义务教育教科书

教师教学用书

物理

八年级

下册



人民教育出版社 课程教材研究所
物理课程教材研究开发中心 编著

人民教育出版社
·北京·

主　　编：汪　海　孙　新

编写人员：陈伟东　邓晓琼　付荣兴　谷雅慧　黄恕伯　金继勇　金新喜
李星辉　廉升刚　彭前程　齐占波　孙　新　孙玉杰　张立君
张　颖

责任编辑：苗元秀　邹丽晖

图书在版编目（CIP）数据

义务教育教科书教师教学用书．物理．八年级．下册／人民教育出版社课程教材研究所物理课程教材研究开发中心编著．—2版．—北京：人民教育出版社，2016.12

ISBN 978-7-107-31323-3

Ⅰ．①义…　Ⅱ．①人…　Ⅲ．①中学物理课—初中—教学参考资料　Ⅳ．①G633

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第264118号

义务教育教科书教师教学用书　物理　八年级　下册

出版发行　人民教育出版社
（北京市海淀区中关村南大街17号院1号楼　邮编：100081）
网　　址　http://www.pep.com.cn
经　　销　全国新华书店
印　　刷　×××印刷厂
版　　次　2016年10月第2版
印　　次　2016年12月第5次印刷
开　　本　787毫米×1 092毫米　1/16
印　　张　11
字　　数　220千字
定　　价　23.60元

版权所有·未经许可不得采用任何方式擅自复制或使用本产品任何部分·违者必究
如发现内容质量问题、印装质量问题，请与本社联系。电话：400-810-5788

前　言

为便于教师更好地了解教材、进行教学，落实《义务教育物理课程标准（2011年版）》（以下简称《课标》）的教育理念，我们编写了这套教师教学用书，主要介绍了《义务教育教科书　物理》的特色、一些教学设计思路和案例，并提供了较多的教学资源。其中的主要内容如下：

•《课标》要求及课时建议

•编写意图

•教材分析与教学建议

•教学资源

为了使教师在每章的教学中随时了解《课标》对这部分内容的要求，把握好教学的尺度，本套书在每章开始的“《课标》要求及课时建议”中摘录了《课标》的相关内容。它们是设计教材、进行教学的根本。在这部分内容中，还给出了学习这一章所需课时的建议，供教师参考。

在“编写意图”部分，教材编者重点介绍了编写这一章教材时的一些想法，包括结构安排、各部分的关系、内容选取、活动编排、实验设计等，以便教师更好地理解和把握教材、用好教材。

“教材分析与教学建议”部分由教学第一线的优秀教师执笔编写。编者根据教学的需要和可能，对教材上所涉及的教学内容作了比较详细的分析与说明，对每节的内容提出了具体的教学建议。在每节前有明确、适当、具体、可操作性强的教学目标。在“教材分析与教学建议”中，重点分析了本节重要的概念、规律，注意将学生在学习这部分内容时容易产生的问题分析清楚，并提出可行的教学建议。例如，如何指导学生进行科学探究，怎样帮助学生进行学习，怎样使用教科书中的栏目、插图，等等。为了使教师对各重点、难点部分的处理有切实可行的参照案例，编者提供了“教学片段”。“教学片段”仅仅是对重点、难点进行的分析与处理，而不是整节课的教案。编者除提供每一节“动手动脑学物理”的参考答案之外，还编写了补充练习供教师选用。

新课程给教师的职业素质发展带来新的需求和机遇。为了进一步提高初中物理教师的教学水平，本套书设置了“教学资源”专栏，为教师更好地处理教学中的问题提供一些帮助。这部分的主要内容有：实验天地、物理史话、物理广角。

“实验天地”是对教材所介绍实验的补充，主要介绍一些在教学实践中效果较好的实验，供教师参考。

“物理史话”主要介绍物理学中一些重要概念的发展和规律得出的历程，展现科学家在探究这些规律中所用的方法，以及所蕴含的科学精神。

“物理广角”主要提供的是扩展性的内容，以扩展教师的视野，提高教学水平，如重要概念、规律的进一步解说，一些联系实际、联系科技内容的说明与补充等。

本书在编写过程中，得到了全国各地教研室的支持和帮助，许多教师给本书的编写提出了宝贵的意见和建议。在此，我们一并表示衷心的感谢！

新的教育理念尚需要在教学实践中进一步完善并落实，我们诚恳希望教师们为这次教育改革提供宝贵的经验。对于书中存在的缺点和错误，我们欢迎读者及时批评、指正。来函请寄“100081　北京市海淀区中关村南大街17号院1号楼　人民教育出版社物理室”。

人民教育出版社物理室

2016年10月

目录

第七章　力 1

一、《课标》要求及课时建议 1
二、编写意图 1
三、教材分析与教学建议 4
四、教学资源 23

第八章　运动和力 30

一、《课标》要求及课时建议 30
二、编写意图 30
三、教材分析与教学建议 34
四、教学资源 48

第九章　压强 56

一、《课标》要求及课时建议 56
二、编写意图 56
三、教材分析与教学建议 60
四、教学资源 78

第十章　浮力 86

一、《课标》要求及课时建议 86
二、编写意图 86
三、教材分析与教学建议 89
四、教学资源 103

第十一章　功和机械能 109

一、《课标》要求及课时建议 109
二、编写意图 109
三、教材分析与教学建议 112
四、教学资源 130

第十二章　简单机械 140

一、《课标》要求及课时建议 140
二、编写意图 140
三、教材分析与教学建议 143
四、教学资源 161

人教版®

第七章
力

一、《课标》要求及课时建议

（一）《课标》要求

2.2.3　通过常见事例或实验，了解重力、弹力和摩擦力，认识力的作用效果。

2.2.4　用示意图描述力。会测量力的大小。

（二）课时建议

第1节　力	2课时
第2节　弹力	1课时
第3节　重力	2课时

二、编写意图

（一）本章概述

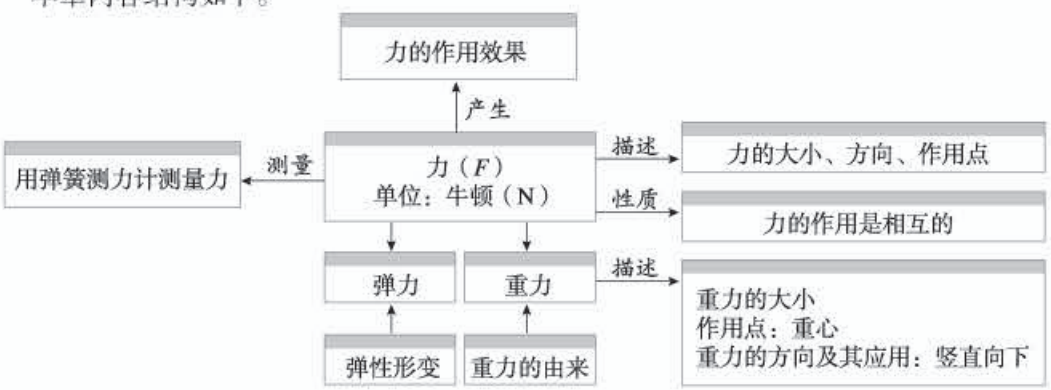
力学在物理学中占有非常重要的地位。它是物理学的基础，也是物理学及其他科学研究的典范。本章所学有关力的基础知识，是学生学习后续各章如“压强”“浮力”“简单机械”等内容所必需的预备性知识。

力的概念跟学生的日常生活有着非常密切的联系。学生在生活中对力学知识有很丰富的感性认识，但这些认识多是零碎的、肤浅的。要让学生初步形成力的概念并非易事。同许多物理概念一样，学生在形成力的概念的过程中应该经历感知、描述、测量等认识过程，以达到逐步认识、深化的目的。本次修订调整了教材的结构，为实现这一目标提供了保证。例如，弹力、重力与力设置于同一章，使力的测量能及时实现；学习重力、弹力

等具体的力，一方面可以巩固对力的初步认识，另一方面也对这两种力的性质有了具体的了解。

《课标》在学生必做实验中设置了测量水平运动物体所受的滑动摩擦力的实验。要完成这样的测量必须关注测量的条件、了解测量的原理，使被测物体保持平衡状态。基于这样的考虑，教科书把摩擦力放在第八章“运动和力”中的二力平衡之后。这样，本章就包含“力”“弹力”“重力”三节内容。

本章内容结构如下。



（二）认识力

力是一个十分抽象的物理概念，物体间的力是看不见的。在初中阶段如何建立这个概念，一直有各种不同的处理办法。怎样让学生认识力？怎样合理把握认识的分寸？教科书通过联系生活经验，引导学生从力的作用效果出发认识力，并通过四个过程来实现对力的初步认识。

1. 感知力

教科书设计了本章的章首图“徒手攀岩者”和第1节的节首图“押加”。目的是通过图片的呈现让学生感知力的存在。章首图“徒手攀岩者”蕴含了力学中的重力、弹力、摩擦力等方面的现象，是贴近生活的好素材。此外，由于本章是八年级下册的第一章，而本册知识在整个初中阶段的物理学习中是难点较集中的部分，因此这个开篇的章首图也希望学生像这位攀岩者一样，勇于克服一切困难，学习更多的物理知识，从更高的角度去欣赏科学的美。与力相关的图片很多，但选取图片时应尽量考虑呈现的内容简洁、明了，凸显力的作用，易于观察、感知。“徒手攀岩者”和“押加”图片具有这样的特点。

接着，教科书以大量的生活实例为学生创设情境，目的是使学生能通过观察、体验，感知力的存在，并初步归纳、概括各个实例的共同特征，即力是物体对物体的作用，发生作用的两个物体，一个是施力物体，另一个是受力物体。

教科书还通过描述和实验，引导学生认识力的作用效果。教科书通过这些设计，使学生更好地感知力的存在，同时引导学生从物体的形变及运动状态的改变两个方面去认识力。

2. 描述力

在充分感受力的基础上，教科书进一步从力的作用效果出发，得出了力的三要素及力的示意图，这样学生就可以较全面地描述力了。

3. 测量力

力作为一个物理量是可以测量的，因此力的测量是认识力的另一个重要阶段。《课标》在学生必做实验中设置了用弹簧测力计测量力的实验，为此，教科书在给出弹力概念的基础上，设计了练习使用弹簧测力计的实验。这个过程，完成了学生对力是一个物理量的认识。

4. 分析力

教科书引导学生分析常见事例和实验，发现各实例毫无例外地都涉及两个物体，说明两个物体间的作用是相互的。至此，学生对力的概念有了一个初步、较完整的认识。

本章对弹力、重力的处理思路与第1节“力”是一脉相承的。教科书以这两个具体的力为载体，继续让学生经历对力的认识过程，以达到深化、巩固和提高的目的。具体处理有以下特点。

弹力是一种很常见的力，支持力、压力、拉力等都是弹力。在介绍弹力时，仍然从易观察的现象入手，并在此基础上给出了物体的一种性质——弹性。《课标》对弹力的要求是了解。教科书不对弹力的由来、弹力的三要素等方面过多地分析，而是从实际探究需要出发，着眼点放在弹簧测力计的认识和使用上。

人类生活在地球上，时时刻刻都受到重力的作用。教科书先通过实例创建情景，帮助学生了解重力的存在。考虑到学生一般都有这方面的知识积累，教科书安排了一个“想想议议”栏目，让学生积极思考，列举并分析日常生活中的重力现象，以加深对重力的认识，激发进一步学习的兴趣。在这个兴趣的指引下，按照重力的三要素“大小、方向、作用点”进一步开展探究活动，全面认识重力。

（三）探究活动的设计注重实际

重力的概念在力学中十分重要，测量力的大小又是学生认识力的重要过程之一，加上学生对质量越大的物体所受的重力越大已有生活体验等因素，教科书选取了“探究重力的大小跟质量的关系”作为科学探究的选题。

在学生定性认识的基础上，需要引导学生进一步推测：重力的大小跟质量可能有关。重力的大小可以用弹簧测力计测出，质量可以用天平测出，据此就可以找出两者之间的定量关系。

本探究实验的设计，重点放在让学生经历进行实验、收集数据及用图象处理实验数据、分析论证方面。为简化实验，教科书给出的实验方案是逐次增挂已知质量的钩码。但是对有条件的班级，也可以选用形状和材料都不相同的物体作为测量对象。例如，先用天平称出文具盒、钢笔、书本、铜块、铝块等物体的质量，再用弹簧测力计测出它们所受的

重力，或者事先测出各种物体的质量，标出数值发给学生。由此得出的“物体所受的重力跟它的质量成正比”的结论，学生可能会更信服。

（四）重视体验性活动的设计

体验与结果相比，更注重行为过程。本章设计了一系列体验性活动。

例如，如何让学生感知1 N力的大小？教科书以托起两个鸡蛋所用的力大约是1 N的生活实例，说明牛顿这个力的单位的大小。

再如，为说明力的作用点与力的作用效果有关，教科书设计了在不同的位置用同样大小的力推门，感受手推门的难易程度有什么不同的“想想做做”活动。

在练习使用弹簧测力计实验中的第3项设计了体验性活动，即用手拉弹簧测力计的挂钩，使指针指到1 N、3 N、5 N，目的是引导学生感受1 N、3 N、5 N的力有多大；第4项是测量身边小物体的练习活动。

在“重力”一节中，教科书设计了让学生在橡皮上拴一根细线，手拉细线甩起来，使橡皮绕手做圆周运动的体验性活动。

通过以上这些精心设计的不同形式的体验性活动，既能拉近学生与力学的距离，又能使学生获得感悟，形成对物理知识的认识与物理概念的建构。

三、教材分析与教学建议

第1节　力

（一）教学目标

1. 知道力是物体对物体的相互作用。能通过生活实例，归纳总结出这一概念，并能解释生活中相关的现象。能正确读写力的符号和单位。

2. 认识力的作用效果。能通过实验和生活体验，感受力的作用效果，能用力的作用效果解释生活中一些力的现象。

3. 知道力的三要素。能通过实验和对生活体验的分析、归纳，了解力的三要素对力的作用效果的影响。会画力的示意图，并能根据力的示意图判断力的大小、方向和作用点。

（二）教材分析与教学建议

本节内容由“力”“力的作用效果”“力的三要素和力的示意图”“力的作用是相互的”四部分内容构成。教科书引导学生经历感知力、描述力和分析力的认识过程，从而帮助学生初步形成力的概念。

本节教学的重点是力的作用效果和力的示意图的画法。教学中，建议教师多设计一些联系生活实际的活动，使学生有一个从感性上升到理性的认识过程。在课堂活动的基础上，教师要注意引领学生运用归纳的方法，从物理现象中发现力的共性特征。

1. 力

教科书以多个生活实例为学生创设情景。一类是可以体验感知到的；一类是可以观察到的。目的是让学生能通过体验、观察，感知力的存在。教学中，教师可以引导学生尝试描述一些生活中与力相关的现象，如人踢球、马拉车、人推桌子……在此基础上，可以通过板书（图7-1）帮助学生梳理并总结出，要描述一个力需要涉及施力物体、受力物体以及它们之间的作用三个方面，从而归纳、概括得出力是物体对物体的作用，达到从感知力向认识力的初步过渡。

施力物体	作用	受力物体
人	踢	球
马	拉	车
人	推	桌子

图7-1

对于力的符号和单位，本节课只要求学生能正确书写即可。至于1 N究竟有多大，学生没有直接的体会，教科书用托起两个鸡蛋所用的力大约是1 N的实例让学生体验力的大小，并随着弹力、重力、摩擦力教学的逐步推进，使学生加深对力的大小的认识。

2. 力的作用效果

在给出力是物体对物体的作用的基础上，教科书进一步利用两个实验让学生体验、观察力的作用效果。这两个实验均适合学生分组实验，如果要作为演示实验，可以借助实物投影，以便学生观察实验现象。同时，应引导学生学习通过分类整理和归纳的方法研究问题。

力可以改变物体的形状 该结论是本节教学的重点，但不是难点。充分利用学生在日常生活中对类似于橡皮泥（面团）、弹簧等物体受力形变的体验，可以比较顺利地实现改变物体的形状这一作用效果，即将橡皮泥（面团）捏成各种形状；拉长、压短弹簧……另外，教学中还可以补充一些微小形变的实例，帮助学生形成正确的认识。

教学片段　力可以改变物体的形状

将物体在力的作用下的形变放大，以便学生观察和理解。

实验　直接用手捏网球，观察网球的形变。

视频　网球撞击桌面时发生形变的慢镜头播放。

这个教学片段一方面可以进一步充实学生对力可以改变物体的形状的认识；另一方面，通过观察网球撞击桌面时形状发生变化，可以判断网球一定受到力的作用。

力可以改变物体的运动状态　该结论既是本节教学的重点，也是难点。在教学中，教师应注意引导学生分析物体受力前、后运动状态的改变情况，即观察物体静与动、慢与快以及运动方向改变等各种不同表现形式。这样有利于学生通过对比实验认识“力可以改变物体的运动状态”。

教学片段　力可以改变物体的运动状态

要求学生操作、观察以下实验，并将观察结果记录在表格中。

实验1　磁体吸引静止的小铁球；在滚动的小铁球旁边放置磁体。

实验2　手推静止的小车；用手阻挡运动的小车。

实验3　吹静止的乒乓球。

……

	研究对象	物体受力前的运动状态	物体受力后的运动状态	运动状态的改变
实验1	小铁球	静止	运动	静止到运动
	小铁球	运动	运动方向偏转	运动方向改变
实验2	小车	静止	运动	静止到运动
	小车	运动	静止	运动到静止
实验3	乒乓球	静止	运动	静止到运动
……				

归纳、概括实验结果的共性特征——力可以改变物体的运动状态。

运动速度大小和运动方向只要有一个发生变化，我们就说运动状态发生了变化。

上述教学片段采用演示或学生分组实验的方式均可。在引导学生对物体受力前、后的运动状态进行对比分析的基础上，让学生经历记录实验观察结果，根据实验结果进行归纳、概括出结论的过程。

教学片段　棒球的运动状态如何变化（视频）

播放棒球运动的视频，要求学生认识该情景下棒球运动状态的变化，并能用语言或文字描述这一变化过程。

1. 棒球投手用力将球投出，棒球的运动状态发生了怎样的变化？

2. 击球员用力将投过来的球用棒击出，棒球的运动状态又发生了怎样的变化？

3. 防守运动员用手套接住飞来的球，棒球的运动状态发生了怎样的变化？

结论：力可以改变物体的运动状态。

这个教学片段针对力可以改变物体的运动状态的教学，既可以起到导入课题的作用，也可以作为巩固知识来处理。

3. 力的三要素和力的示意图

力的三要素　学生较容易接受力的大小、方向这两个要素对力的作用效果的影响，而力的作用点的影响，往往需要让学生经历实践体验的过程。在进行力的作用点会影响力的作用效果的实验探究时，可以利用“想想做做”中的例子进行研究。例如，由一位同学实际操作，其他同学观察，共同体验力的作用点对力的作用效果的影响。不过，“想想做做”栏目中的操作不太适合所有学生在课堂同时参与体验，教学中可选取其他实例替代。

教学片段　力的作用点对力的作用效果的影响

实验1　让学生体验手握在扳手不同部位拧螺母的过程。

实验2　组织学生同桌间进行这样一个实验体验：

一位同学将手臂水平前伸，另一位同学分别对手臂的*A*、*B*、*C*不同部位水平施力（图7-2），看哪种情况比较容易推动手臂，以此来体验不同的作用点的不同效果。

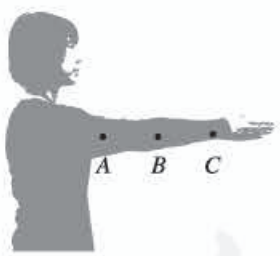


图7-2

温馨提示：实验中要注意用力的大小，并保证操作安全。实施过程中可以逐渐增加力的大小，直至能推动为止。

这个教学片段的目的是让学生经历切身体验，教学中选取的活动内容及方式可以多种多样。

力的示意图　用语言和图像分别描述一个力的三要素时，图像更简单、直观。教学中可以利用学生对光线的认识，正迁移到力的示意图的学习，达到会运用抽象的科学方法描述力。明确画法，规范作图，使学生达到能识图、会画图。对

温馨提示：由于此时还没有学习重心概念，将每个力的作用点画在受力物体上即可，在第3节重心概念给出后再进一步完善。

具体步骤和画法可提出较规范的要求：

（1）要确定受力物体。

（2）将力的作用点画在受力物体上。可用线段的起点，也可用终点来表示力的作用点（在同一幅图中标准要统一）。

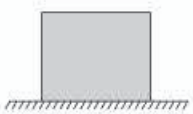
（3）从力的作用点沿力的方向画线段和箭头（画在线段的末端）。在箭头旁边标上力的符号和大小（在同一幅图中用线段的长短比较力的大小）。

教学片段　画力的示意图

找三名学生到黑板前画图7-3的力的示意图，并让其他学生评价所画的示意图是否规范。



甲
用30 N的力沿水平方向推箱子



乙
用70 N的力沿与水平方向成45°角的方向拉箱子



丙
人对跳板的压力为500 N

图7-3

教师对学生画的示意图进行评价，提出规范的要求。评价时，要注意和学生一起分析，重点放在所画的图是否突出了力的三要素上。

4. 力的作用是相互的

完成力的作用是相互的教学内容，是促进学生对力的概念形成整体认识的重要环节，也是本节教学的难点之一。如何突破这一教学难点呢？

教科书设计的“想想做做”栏目，是想通过对物体受力过程的体验来使学生认识到一个物体对另一个物体施力时，另一个物体也同时对它施加力的作用。而这一教学过程需要综合运用之前所学的力的作用效果等知识，根据运动状态的变化或形状的变化判断力的存在。这有利于学生得出力的作用是相互的结论，进而实现对力的进一步认识。

教学片段　力的作用是相互的

组织学生分组实验。可以根据实验准备的情况分为三四个大组进行。各组将实验结果记录在表格中。

实验1　两名穿轮滑鞋的同学用手互推，观察两人受力后的变化。

实验2　参照教科书图7.1-5甲进行实验。设图中左边的磁体为A，右边的磁体为B。将磁体B靠近磁体A，观察磁体A的变化；再将磁体A靠近磁体B，观察磁体B的变化；最后同时松开两个磁体，观察发生的现象。

……

	观察现象	研究对象	运动状态的改变	分析、判断
实验1	学生A和学生B用手相向互推，双方同时向后运动	学生A	静止到运动	学生B向学生A施加推力，使学生A的运动状态发生变化
		学生B	静止到运动	学生A向学生B施加推力，使学生B的运动状态发生变化
实验2	磁体A和磁体B相互排斥	磁体A	静止到运动	磁体B对磁体A施加排斥力，使磁体A的运动状态发生变化
		磁体B	静止到运动	磁体A对磁体B施加排斥力，使磁体B的运动状态发生变化
……				

上述各例表明，根据研究对象运动状态或形状的改变，可以判断：在物体A对物体B施力时，物体B对物体A也施加了力的作用。即当一个物体对另一个物体施力的同时，另一个物体也同样对它施加力的作用，这两个力是同时发生的，也就是说，力的作用是相互的。

上述教学片段注重学生的实践体验，并利用整理、归纳的方法较清晰地反映各实例的共同特征，从很大程度上降低了学生分析、归纳的难度，起到了一定的引导作用，帮助学生形成对力的作用是相互的整体认识。

另外，对力的作用是相互的认识需要巩固。教学中，可以引导学生尝试利用这一认识去解释一些生活中的现象。例如，可以做下面的小实验，模拟喷气式飞机的工作原理，让学生试着解释。先将一个气球吹胀并用夹子夹紧，再用细绳穿过吸管，用胶布将气球固定在吸管上，将绳子两端拉直，松开夹子，在气流的作用下，气球会飞奔而去（图7-4）。类似的小实验也可以模拟火箭升空的过程。这样的实验会拉近物理与科学实践的距离。

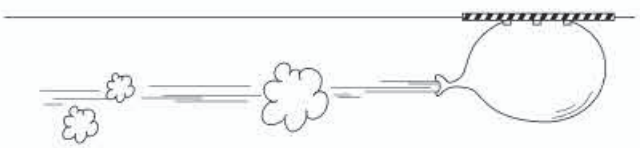


图7-4

（三）“动手动脑学物理”参考答案及说明

1.（1）人站在雪地上会留下脚印，人对雪的压力使雪的形状发生了改变；

（2）拉开的弓将箭射出，弓对箭的力使箭由静止变运动，改变了箭的运动状态；

（3）用力拉弓，力越大，弓的弯曲程度越明显，这表明力的作用效果与力的大小有关；用力拉弹簧，弹簧伸长，用力压弹簧，弹簧缩短，这表明力的作用效果与力的方向有关；手握扳手的不同部分拧同一螺丝，手离螺丝越远越容易，这表明力的作用效果与力的作用点有关。

说明：本题用举例说明的方式考查力的作用效果和力的三要素的简单应用。一方面，希望能引导学生注意观察周围的物理现象，将所学的知识与生活实际联系起来；另一方面，也训练了学生的语言表达能力。生活中能够说明以上知识的实例很多，回答问题只要合理即可。

2. 如图7-5所示。

3. 如图7-6所示。

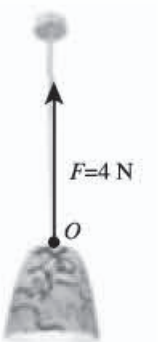


图7-5

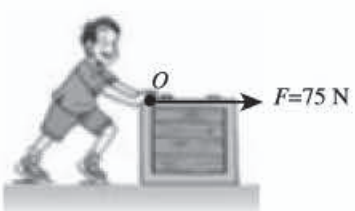


图7-6

说明：第2、3题主要考查力的示意图的规范画法。考虑学生初次接触力的示意图，课后练习以拉力和推力为例，原因是它们的作用点和方向较明确，适合初学者完成。

4. 不能。当人用力推另一只小船时，由于力的作用是相互的，另一只小船也同时对人施力，而力可以改变物体的运动状态，所以自己坐的小船会改变运动状态，由静止变为运动。

说明：本题属于简答题，考查对力的作用是相互的以及力的作用效果等知识的运用。简答类习题需要注意语言的规范性训练。在解决问题时，要说明应用了什么物理原理，并且说明所应用物理原理与实际问题之间的对应关系，最后具体解答题目内容。

（四）补充练习

1. 下列物体的运动状态发生改变的是（　　）

A. 在平直轨道上匀速行驶的列车

B. 在桌子上静止的茶杯

C. 正在减速的汽车

D. 在空中匀速下落的雨滴

答案：C

2. 下列关于力的说法中，正确的是（　　）

A. 两个物体不接触就不会发生力的作用

B. 发生力的作用时，两个物体都受到力的作用

C. 单独一个物体，也能产生力的作用

D. 没有施力物体，物体也能受到力的作用

答案：B

3. 小明从船上跳到岸上，使小明上岸的力的施力物体是（　　）

A. 船　　B. 水

C. 小明　　D. 岸

答案：A

说明：本题以小明为研究对象，与他相互作用的物体是船。他在跳到岸上时，要用力蹬船，对船有一个向下的力，由于力的作用是相互的，船必然给他一个向上的力，小明受到这个力的作用而跃上岸。所以选项A正确。

4. 在以“力”为主题的辩论赛中，正方和反方提出了许多观点，小明把他们的观点归纳整理如下表。你认为正确的观点有_____（只填序号）。

	正　方	反　方
观点	1. 两个物体相接触，就一定有力的作用	2. 两个物体接触，但不一定有力的作用
	3. 两个物体不接触，一定没有力的作用	4. 两个物体不接触，也可能有力的作用
	5. 力不能脱离物体而单独存在	6. 力可以脱离物体而单独存在
	7. 力的产生总涉及两个物体	8. 一个物体也可以产生力的作用

答案：2、4、5、7

第2节　弹力

（一）教学目标

1. 知道物体有弹性和塑性等不同的性质。利用生活经验和实验，说明弹性和塑性的不同。

2. 通过实验了解弹力产生的原因，了解生活中常见的弹力。

3. 知道在弹性限度内，弹簧受到的拉力越大，弹簧的伸长量越长，并能通过实验进行验证。

4. 经历使用弹簧测力计的过程，学会弹簧测力计的使用方法。

（二）教材分析与教学建议

本节由“弹力”“弹簧测力计”两部分构成。教科书的设计是通过对弹性和塑性的感知入手的。用弹簧测力计测量力是力学测量的基础，对于认识弹力、重力、摩擦力、浮力等概念具有重要意义，能够帮助学生完成对力的初步认识，为今后学习力学知识打下必要的基础。

本节教学的重点是学会使用弹簧测力计测量力的大小。教学中，教师应多设计体验性活动，让学生采用边探索边思考的方式学习。尤其是对于弹簧测力计的使用这一教学内容，可以引导学生阅读说明书、观察构造、练习使用和交流总结使用方法等。因为学生在今后的工作与生活中遇到新器材，需要探索其使用方法的情况是很多的，这种科学探究精神和对未知事物探索的能力对学生来说是十分重要的。

1. 弹力

教科书由弹性和塑性的概念入手，既有利于承接第1节中的力可以改变物体的形状的知识，又为下面形成弹力概念作好铺垫。在教学中，可以通过回顾类似教科书图7.1-1的实验，重新唤起学生的相关体验，使学生在了解物体具有弹性、塑性等不同力学性质的同时，感受手的受力情况，进而较容易感知弹力的存在，初步形成弹力的概念。

弹性与塑性　只要学生能够体验到弹性是指物体受力时发生形变、不受力时恢复原状，而塑性是指物体不受力时也不能恢复原状即可。建议教师充分利用学生的经验，多举一些日常生活中的事例，使学生初步认识弹性与塑性的概念。除教科书所举事例外，还可再举一些如射箭、跳板跳水、拍皮球、沙滩上留下足印等实例。也可以利用视频等多媒体将一些平时不易观察到的现象，如拍皮球时皮球的形变及恢复形状的过程等展现出来。另外，还可以补充一些微小形变的实例，帮助学生形成正确的认识，“动手动脑学物理”中第5题的实验方法就值得借鉴。

弹力　日常生活中应用弹力的地方很多，除了教科书中提到的由弹簧、橡皮筋等物体产生的弹力外，我们平时说到的推力、拉力、压力、支持力，其实质都是弹力。

对于弹力的分析，考虑到初中学生的认知水平和《课标》的要求，教科书没有对弹力的由来、弹力的三要素等过多分析。教师可以在今后的教学中，针对具体的力进行具体分析。例如，支持力的作用点在支持物体与被支持物体的接触面上，方向垂直于接触面指向被支持物体；压力的作用点在被压物体的表面，方向垂直于接触面指向被压物体；绳的拉力作用点在绳子与被拉物体的接触点上，方向沿绳子方向指离被拉物体，等等。这种从力的作用效果和力的三要素等方面进行分析的方法，应该贯穿于所有对力的分析过程。这样既有助于学生认识力，又有助于学生养成对研究对象进行受力分析的习惯。

教学片段　举例说明弹力

让学生举一些日常生活中的例子，说明这些例子中哪些地方应用到了弹力，并指出这些力的施力物体和受力物体。

名称	实例	施力物体	受力物体
推力			
拉力			
压力			
支持力			

2. 弹簧测力计

弹簧测力计原理　弹簧测力计的原理隐含了一个间接测量量的转换问题，即用可以直接量度的量去表现那些不便直接观察、不便直接测量的量。在这里，弹簧的长度变化是可以直接观察、直接测量的，而力的大小是看不见、摸不着的，但是力的大小却和弹簧长度的变化有关系，所以可以用弹簧长度的变化来量度力的大小。这种解决问题的方法，在物理课程的学习中是很常见的。

教学片段　体验弹力的特点

将平时积攒的废圆珠笔中的小弹簧分发给学生进行以下分组实验。

实验1　用手压缩弹簧，观察弹簧受到压力时的形状改变情况，撤去压力观察弹簧的形状恢复情况。

实验2　采用较小的力（适度）拉伸弹簧，观察弹簧受到拉力时的形状改变情况，撤去拉力观察弹簧的形状恢复情况。逐渐增大拉力，当弹簧被拉直后，撤去拉力

再观察弹簧的形状恢复情况。

分析论证　弹簧受到的压力越大，弹簧的压缩量就越大，利用弹簧的压缩量可以量度力的大小；在弹性限度内，弹簧受到的拉力越大，弹簧的伸长量就越大，利用弹簧的伸长量也可以量度力的大小。

温馨提示：实验1的结果使学生认识弹簧的压缩量也可以量度力的大小。

生活中一些测力工具就是应用这一原理制成的。这些测力工具往往可以承受更大的力，使测量范围扩大。例如，托盘秤（图7-7）、大型的地秤等也有应用这一工作原理的。



图7-7

此教学片段注重学生的体验过程，尤其是让每位学生通过实验2去体验弹簧在超过弹性限度时，不再恢复原状的过程。这有助于加深学生对正确使用弹簧测力计有“在弹性限度内”要求的认识，同时有助于学生对“测量时不得超过弹簧测力计的最大测量值”使用规则的认识。

弹簧测力计的使用方法　用弹簧测力计测量力是《课标》中的基本操作类实验之一。在此之前，学生已经学习了用刻度尺测量长度、用表测量时间、用常见温度计测量温度、用天平测量物体质量，掌握了一些使用测量工具的基本技能。

学生在今后的工作与生活中，一定也会遇到很多新仪器。在使用新仪器时也可以像本节一样去探索仪器的使用方法，这种能力和习惯非常重要。

用弹簧测力计测量力的技能训练，对力学的学习非常重要。弹簧测力计的正确使用会为重力、摩擦力的测量提供支持，同时也为力学的实验研究等打下基础。这部分内容是本节教学的重点，如何进行教学呢？

教科书中的实验设计为我们提供典范。

教学片段　练习使用弹簧测力计测量力

以小组为单位进行学生分组实验。

观察两种不同的弹簧测力计，找出它们在量程、分度值、零刻度线的位置等方面的不同。

1. 测量前，测量工具需指针调零，并用手拉弹簧测力计使示数分别为1 N，3 N，5 N，…，直至弹簧测力计的量程，切身体验力的大小。

2. 测量竖直提起笔袋所用的拉力，在水平桌面上拖动笔袋所用的拉力等。可自行测量其他力，如用弹簧测力计测量竖直提起一把钥匙或某一重物（重力不超过测力

计量程的物品）的拉力。

3. 实验后，将学生实验过程中的典型操作过程提取出来，组织学生间交流讨论，并总结弹簧测力计的使用方法。

温馨提示：使用弹簧测力计的注意事项。

1. 使用前，沿弹簧的轴线方向轻轻来回拉动挂钩几次，放手后观察指针是否能回到原来指示的位置，以检查指针、弹簧和外壳之间是否有过大的摩擦。再观察弹簧测力计的指针是否指在零刻度线的位置，如果不是，则需调零。

2. 测量前，明确量程和分度值。被测力不能大于测力计的量程，以免损坏测力计，最好对被测量预先估测。

3. 测量时，拉力的方向应沿弹簧的轴线方向，以免挂钩杆与外壳之间产生过大的摩擦。

4. 读数时，视线必须与指针对应的刻度线垂直。

这个教学片段让学生在实际操作中，领悟选择合适测力计的重要性，并通过典型操作的回顾，使学生在错误与正确的实验操作方法的对比中，总结出使用弹簧测力计的一些技巧和规则。对于在使用过程中自己思考总结的使用规则，学生更容易接受。例如，在静止和匀速拉动中读数更稳定，拉力方向沿着弹簧的轴线方向施加测量更准确等。这种结合测量技能训练和思维训练的过程，正是教科书编写意图的体现。

对于弹簧测力计的使用，还可以组织学生按照使用说明书进行操作，或为自己手中的弹簧测力计编制使用说明书。这个训练过程会为学生今后遇到新的器材时有查看使用说明书的意识、读懂使用说明书打好基础。

课后还可以指导学生用橡皮筋代替弹簧自制测力计。如果学生遇到一些技术性的问题，如刻度的标注、弹性限度等问题，教师要适当引导。从简单之处着手培养学生的动手能力，既有助于激发学生的学习兴趣，又可以为学生建立家庭实验室提供技术保障，使学生科学探究的兴趣保持下去。

对于其他形式的测力计，可以组织学生准备一些常见测力计或测力计的使用说明书在课堂上展示，或查找一些生活中不常见的测力计的测量原理和方法，以开阔视野。对于“科学世界”栏目的教学，可以通过学生阅读的方式进行，阅读后由学生提出一些问题。通过问题的提出检验学生学习的效果，并锻炼学生提出问题的能力，引导学生关注未知领域，提高学习兴趣。

（三）“动手动脑学物理”参考答案及说明

1. 橡皮泥在不受力时不能恢复原状，发生的是塑性形变；跳板在不受力时能恢复原

状，发生的是弹性形变。

说明：本题以简答题的形式考查学生对塑性形变和弹性形变的认识。这两种形变的本质区别在于不受外力时物体是否能恢复原状。学生通过观察现象进行判断，有助于认识二者的区别。

2. 在弹性限度内，弹簧受到的拉力越大，弹簧的伸长量就越大。小强刚拉开弹簧拉力器时，弹簧的伸长量较小，弹簧受到的拉力也较小，所以感觉并不费力。而两手拉开的距离越大，弹簧的伸长量就越大，弹簧受到的拉力也越大，所以会感觉越拉越费力。

3. 旧弹簧使用时间长，已经失去弹性，不再满足“在弹性限度内，弹簧受到的拉力越大，弹簧的伸长量就越长”这一条件，因此无法准确测量。

说明：在弹性限度内这一条件，是应用弹簧测量力的大小的前提。此题旨在考查学生对物理规律适用范围的认识。

4. 1.5 N；1.15 N　　说明：在使用弹簧测力计等测量工具时，应注意观察测量工具的分度值，以免造成读数错误。

5. 用力捏玻璃瓶，使玻璃瓶的形状发生变化，细管中水面升高或下降；停止捏玻璃瓶，玻璃瓶恢复原状，细管中水面恢复到原来位置。

说明：本题中的装置用放大法显示了玻璃瓶的微小形变。玻璃瓶的形变属于弹性形变，因此描述实验现象与解释应包括形变发生和恢复两方面。注意：由于题目中的玻璃瓶为椭圆扁瓶，所以捏玻璃瓶的宽面或窄面，玻璃瓶的容积会变小或变大，细管中水面会上升或下降。

（四）补充练习

1. 课堂上同学们根据一些具体事例，讨论了“哪些物体有弹性，哪些物体有塑性”的问题。你认为下列说法中不正确的是（　　）

A. “泥人张”可以将黏土捏成各种栩栩如生的人物形象，黏土不能自行恢复原状，说明黏土具有塑性

B. 拉长橡皮筋，松手后橡皮筋能自行恢复原状，说明橡皮筋具有弹性

C. 双手抓住单杠，可以看到单杠略有弯曲，撤去力后单杠又恢复原来的形状，表明单杠具有弹性

D. 缝衣服的棉线一拉就断，无法自行恢复原状，说明棉线没有弹性

答案：D

说明：力会使物体发生形变。撤去力后会恢复原来形状的物体有弹性；撤去力后不能自行恢复原来形状的物体有塑性。所以，选项A、B、C的说法是正确的。因为棉线一拉就断而认为棉线没有弹性是错误的。当拉棉线的力较小时，棉线会伸长，撤去力时棉线恢复原状，说明棉线有弹性。由于所用的力已超过棉线所能承受的限度，所以棉线断了，并不是棉线没有弹性，所以选项D不正确。

2. 下列各力中，不属于弹力的是（　　）

A. 手对弹簧的拉力　　B. 人对跳板的压力

C. 手对弓的拉力　　D. 磁铁对小铁球的吸引力

答案：D

说明：本题考查的是对弹力概念的认识和判断。判断物体所受的力为弹力的两个依据是：施力物体与受力物体相互接触，物体发生的是弹性形变。

3. 在使用弹簧测力计时，有人提醒注意：（1）弹簧测力计的构造，（2）量程和分度值，（3）指针是否指零，（4）指针与外壳间有没有摩擦。这几条中，影响测量结果准确性的是（　　）

A.（1）（2）（3）　　B.（2）（3）（4）

C.（1）（3）（4）　　D.（1）（2）（4）

答案：B

说明：本题考查的是对弹簧测力计使用方法的认识和运用。测力计的分度值决定测量的准确程度；指针是否调零或指针与外壳间是否存在摩擦，直接影响读数正确与否。

第3节　重力

（一）教学目标

1. 能通过分析生活及实验现象得出重力是由于地球的吸引而产生的。

2. 经历探究重力的大小跟什么因素有关的实验过程，了解重力大小跟物体质量的关系。会根据*G*-*m*图象分析处理实验结果。能正确书写重力大小跟物体质量的关系式*G*=*mg*，并能进行简单计算。

3. 确认重力的方向是竖直向下的，并能够应用其解决实际生活中的一些问题。能找到质量分布均匀、形状规则的物体的重心。会画重力的示意图。

4. 了解重力的由来。

（二）教材分析与教学建议

人类生活在地球上，时时刻刻都受到重力的作用，重力是与人类生活密切相关的一种力。重力知识对压力、支持力、浮力等知识的学习非常重要。本节由“重力的大小”“重力的方向”“重心”“重力的由来”四部分内容构成，分别从力的概念和力的三要素两条线索，来认识重力。同学习力一样，学生必须经历对重力的感知、描述和测量等过程，最终形成对重力的整体认识，同时，这又对第1节认识力起到巩固提高的作用。

本节主体框架是先通过实例感知重力的存在，然后分别研究重力的大小、方向、作用点这三个要素，并对重力进行测量，探究得出物体所受重力的大小跟质量的关系。

1. 重力

学生已经对重力有所了解，但对为什么地面附近的一切物体都受到重力的作用往往没有思考过。一个看似简单的概念的形成还需要经历大量的思考和论证过程，那么，我们怎样帮助学生形成重力的概念呢？

教学片段　感知重力的存在

视频　观看奔腾的黄河、长江，倾泻而下的瀑布，空投的救灾物资，投掷出去的铁饼、标枪等与重力有关的画面。

实验　观察在高处由静止下落，沿水平、斜向上、斜向下、竖直方向抛出的乒乓球等物体的运动情况。

分析论证　以上各物体的运动状态都发生了变化，表明它们都受到力的作用。这些物体所受到的力不是由接触产生的，它们最后都要落向地面。与这些物体有着共同联系的物体是地球，这些物体都受到地球的吸引力，这个力叫做重力。

以上教学片段通过视频和学生实验等手段唤起学生对重力的感知，这是学生对重力认识的最初阶段。

至于重力的作用效果，我们可以针对具体的情况具体分析。例如，空中自由下落的物体受到的重力的作用效果是使物体的速度越来越大，而水平抛出的物体受到的重力的作用效果除了使它的速度大小发生变化外，还改变了它的运动方向。这些变化都属于物体运动状态改变的范畴。教科书中的“想想议议”让学生列举他们在日常生活中观察到的物体受重力作用的种种现象，加深对重力的认识。如果没有重力，我们的生活会是什么样子？这样的问题可以激发学生的想象，活跃课堂气氛，让学生在轻松中感知重力的存在。

2. 重力的大小

实验探究重力的大小跟质量的关系是本节教学的重点。这个实验需要的器材不多，实验结论差别不大，一定要让学生亲自做一做，不要用教师的演示代替。重力的大小测量难度不大，探究活动的重点应该突出收集数据、分析论证两个要素。

教学中，可以在弹簧下挂质量不同的钩码，通过观察弹簧的伸长情况提出问题，即物体所受的重力大小跟它的质量有什么关系。也可以通过让学生亲自感受质量不同的物体对手的作用力大小来提出前面的问题。这样不但能让学生体验物体所受的重力与质量有关，而且为猜想作了准备。另外，要交代清楚重力的测量方法，即把钩码挂在弹簧测力计上，当钩码静止时，弹簧测力计的示数等于钩码所受重力的大小（由于此时没有学习二力平衡的知识，因此不必说明这样做的理由）。

要求学生经历探究重力的大小跟质量的关系的实验过程，分析并得出物体受到的重力

与质量成正比的结论。在此过程中，实验数据的收集和处理起到至关重要的作用，是本实验的关键。

教学片段1　探究重力的大小跟质量的关系

实验　将已知质量的钩码竖直挂在弹簧测力计上，当钩码静止时，记下弹簧测力计的示数；改变钩码质量，重复上述实验，并将实验数据记录在下表内。

质量 m/kg	0.05	0.1	0.15	0.2	0.25	0.3
重力 G/N	0.5	1	1.5	2	2.5	3

数据处理及分析论证　从上述数据不难看出，质量成倍增大，重力也成倍增大。这表明，物体所受的重力跟它的质量成正比。

上述教学片段中，由于钩码的质量已知且成倍增长，数据关系明显，因此直接观察数据便可得到物体所受的重力跟它的质量成正比的结论。但是，这种实验过程，数据较特殊，所得结论不足以令人信服，而且这种处理数据的方法不能得到重力与质量的定量关系，即 $G=mg$ 的关系式。所以，有条件的班级可进行下面的尝试。

教学片段2　用比值法处理重力的大小跟质量的关系

实验　选取身边的小物品作为测量对象进行分组实验。

1. 用天平称出文具盒、钢笔、物理书、门把手、铜块、铝块等物体的质量 m；用弹簧测力计分别测量它们的重力 G。

2. 将所测数据记录在下表内（数据供参考），并分析、归纳得出相应结论。

温馨提示：实验中所选物体的质量要适当，应考虑两种测量工具的量程和分度值，以免测量不够准确。

物体	文具盒	钢笔	物理书	门把手	铜块	铝块
质量 m/kg	0.22	0.035	0.37	0.12	0.89	0.27
重力 G/N	2.18	0.4	3.6	1.2	8.7	2.6
比值 $\frac{G}{m}$/(N·kg^{-1})						

数据处理及分析论证　从表中计算结果可知，物体所受的重力与质量的比值是不变的，且它们的比值约为 9.8 N/kg。这表明，物体所受的重力跟它的质量成正比，比值为 9.8 N/kg。

图象法是初中阶段处理数据的一种重要方法，它形象、直观，容易使学生认识到物理量之间的关系。上述教学片段中的实验数据也可以用*G-m*图象处理。

教学片段3　用图象法处理重力的大小跟质量的关系

数据处理　以质量*m*为横坐标，重力*G*为纵坐标，根据数据描点作重力的大小跟质量关系的*G-m*图象。

分析论证　引导学生分析*G-m*图象，尝试判断重力的大小跟质量之间的数量关系，并进一步得出重力的大小跟质量的关系式。

*G-m*图象是一条通过原点的直线，这是正比例函数图象，其斜率为一常数，数值约为9.8 N/kg。由此表明，物体所受重力大小跟它的质量成正比，且$\frac{G}{m}=g=9.8\ \text{N/kg}$。

教学片段1中，虽然实验数据特殊，但可以反映重力与质量的关系，且实验操作较简便、省时，实验数据也比较容易处理，适合课时紧的情况下使用。

教学片段2中，利用重力与质量的比值不变的特性，不但可以分析得出重力与质量成正比的结论，而且便于得到重力与质量的关系式$G=mg$。虽然这样用时较多，但却能够帮助学生认识物理量的实质，也更容易使他们信服。

教学片段3在数据的处理上采用图象的方法，能够更准确地体现物理量之间的关系。图象法是物理学中处理数据的一种重要方法，应该作为重点内容学习。

实际教学中也可将三种处理数据的方法有机结合，帮助学生学会处理数据的多种方法，这对学生的能力培养是大有裨益的。

对于有关重力的简单计算，应注意引导学生运用公式、规范书写步骤。计算过程中物理量带单位既可以使计算过程有意义，又可以通过单位之间的关系判断计算是否正确。另外，还可以使学生学会通过*G-m*图象得到相关的重力与质量的数值，从而有效地解决实际问题。在本书“‘动手动脑学物理’参考答案及说明”中，取$g=10\ \text{N/kg}$。

3. 重力的方向

教科书中通过生活经验得到重力的方向是竖直向下的，再通过“想想议议”栏目让学生明确什么是竖直向下，之后利用重力的方向解决实际问题。

教学中，可让学生通过观察物体自由下落的方向或悬挂物体的线自由下垂的方向来认识重力的方向总是竖直向下的。

学生常常误认为重力的方向是跟接触面垂直的。为了纠正这种错误认识，可做如下实验（图7-8）：让学生观察铅垂线的方向与水平桌面和斜面的关系，以此来区分竖直向下和垂直于接触面这两个概念是不同的。此时教师可以从数学角度强调竖直也是一种垂直，是特殊的垂直情况，是与水平面

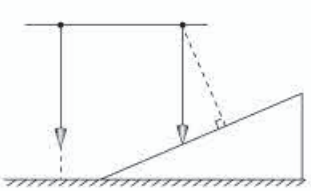


图7-8

垂直。

铅垂线是人们对重力方向的巧妙应用，可以让学生利用铅垂线检查墙壁是否竖直（看铅垂线是否与墙壁平行），窗台、桌面是否水平。通过这些实践活动，可以培养学生运用知识解决实际问题的习惯和能力。

通过讨论“想想议议”中的问题，会使学生明确，可以认为地球是一个质地均匀的球体，重力的方向是指向地心的。通常把指向地心的方向叫做向下，背离地心的方向叫做向上。

4. 重心

关于重心，可以先按照教科书的说法直接告诉学生，即对于整个物体，重力作用的表现就好像它作用在某一个点上，这个点叫做物体的重心。再向学生说明物体的重心位置跟物体的形状、材料是否均匀有关。对于材料均匀、形状规则的物体，重心就是这一物体的几何中心。如粗细均匀的木棒的重心在棒的中点，均匀圆盘的重心在它的圆心，均匀球体的重心在球心等。

在学生了解了重力的三要素之后，可以组织学生练习重力示意图的画法。先在物体上找到物体的重心，再从重心开始画出竖直向下的方向，最后在箭头旁边标出重力的符号和大小。

教学片段　画重力的示意图

在黑板上画几个质地均匀的规则几何体，如球体、正方体等（图7-9），让学生画出它们所受重力的示意图，巩固对重心的认识。



图7-9

再把图7-9中的物体示意画在水平面上，让学生画出物体所受支持力的示意图。

教师对学生所画的示意图进行评价，提出规范的要求。评价时，要注意和学生一起分析物体的受力情况。

温馨提示：提醒学生认真观察教科书图7.3-7，并说明为了研究问题方便，在受力物体上画力的示意图时，常把力的作用点画在重心上。

5. 重力的由来

对于重力的由来，只需让学生了解重力的施力物体是地球即可。对于万有引力，只需让学生明白天上的物体跟地面上的物体一样都受到引力作用，对万有引力定律不必补充和深入讨论。可通过视频等手段简单介绍万有引力。教科书中“想想做做”栏目的重点是在实验后将实验的现象转换成月亮绕地球做圆周运动的过程，以便于学生了解月亮

也受到地球的吸引力，引出宇宙中的物体间都存在着相互吸引的力，即万有引力。在这个教学过程中，可以通过月亮与橡皮、人手与地球、拉力与引力等的类比帮助学生了解万有引力定律。

万有引力定律的发现是17世纪自然科学最伟大的成果之一。可以组织学生课后阅读“科学世界”栏目中的“飞出地球”。大多数学生对有关航天的知识都非常感兴趣，他们会主动阅读，不必占用课堂时间。

（三）“动手动脑学物理”参考答案及说明

1. 由 $G=mg$ 可得南瓜的质量为

$$m=\frac{G}{g}=\frac{30\ \text{N}}{10\ \text{N/kg}}=3\ \text{kg}$$

2. 月球对航天员的引力为

$$G_{月}=\frac{mg}{6}=\frac{90\ \text{kg}\times 10\ \text{N/kg}}{6}=150\ \text{N}$$

3. 此限重标志牌的含义是：通过此桥的车辆质量不得超过15 t。

$$G=mg=15\times 10^{3}\ \text{kg}\times 10\ \text{N/kg}=1.5\times 10^{5}\ \text{N}$$

汽车对桥面的压力超过 1.5×10^{5} N时，桥就有可能损坏。

说明：第1、2、3题主要考查重力公式的应用。在解题过程中应注意公式、运算过程和结果的规范与准确。

4. 还需要的物品是铅垂线。

操作方法：将铅垂线固定在三角尺的一个锐角顶点上，将三角尺竖直放在被测桌面（或地面）上，如图7-10所示，使一直角边与被测桌面重合，观察铅垂线是否与另一直角边平行。改变三角尺在桌面的位置，重复上述操作。若铅垂线与另一直角边始终平行，则表明桌面水平，反之，表明桌面不水平。

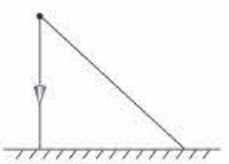


图7-10

5. 如图7-11所示。

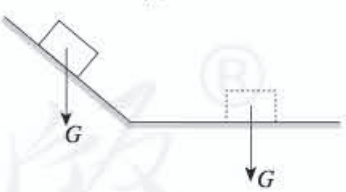


图7-11

说明：第4、5题考查学生是否知道重力的方向总是竖直向下的。题目涉及了人们利用重力方向这一特征的实例，有助于训练和考查学生解决问题的能力。

（四）补充练习

1. 判断正误（正确的打“√”，错误的打“×”）。

（1）空中飞行的飞机不受重力。（　　）

（2）汽车上坡时，所受重力的方向是沿斜坡向下的。（　　）

（3）地球吸引物体使物体受到重力，同时地球也受到物体的吸引力。（　　）

（4）将质地均匀木球的中心挖去后，木球的重心就消失了。（　　）

（5）因为g=10 N/kg，所以1 kg=10 N。（　　）

（6）质量是1 kg的物体所受的重力为10 N。（　　）

答案：（1）×　（2）×　（3）√　（4）×　（5）×　（6）√

2. 小明对身边一些物体所受重力的估测，其中正确的是（　　）

A. 一本物理书所受的重力大约是40 N

B. 一个鸡蛋所受的重力大约是0.5 N

C. 一枚大头针所受的重力大约是0.1 N

D. 餐桌所受的重力大约是8 N

答案：B

3. 针对“质量为100 g的木块，所受的重力是多大”这一问题，班内同学在黑板上写出了如下计算过程，其中正确的是（　　）

A. 100 g=1 000 N

B. 100 g=0.1 kg × 10 N/kg=1 N

C. G=mg=100 g × 10 N/kg=1 000 N

D. G=mg=0.1 kg × 10 N/kg=1 N

答案：D

四、教学资源

（一）实验天地

1. 观察桌面受力发生的形变

（1）实验目的

观察桌面受力发生的形变。

（2）实验器材

平面镜两块、激光笔、课桌。

（3）实验方法

如图7-12，在桌面上分别放两块平面镜（两平面镜间的距离尽可能大一些），让激光笔发出的光照到一个平面镜上后反射到另一个平面镜上，最后照到白墙上形成一亮点。

按压桌面可观察到墙上的亮点明显移动，说明桌面发生了形变。

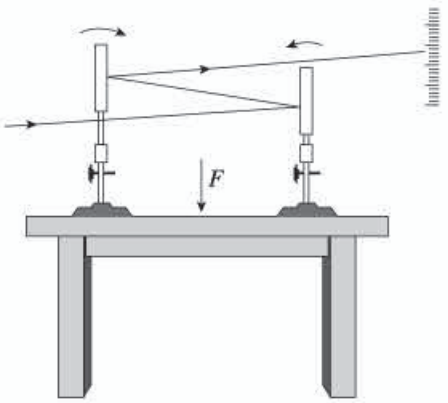


图7-12

2. 自制水平尺

（1）实验目的

体会重力的应用。

（2）实验器材

粗吸管一根、剪刀一把、双面胶、水、烧杯、细长木板一块、打火机一只、刻度尺一把、记号笔一支。

（3）实验方法

将粗吸管的一端用打火机烧一下，趁热迅速将吸管捏紧粘连在一起。往吸管里灌水，留下约2 cm 的空隙，再将吸管另一端用打火机烧一会儿，趁热将吸管捏紧粘连在一起，使得吸管里有一个小气泡，且吸管不漏水。

将吸管平放在细长的木板上，用双面胶固定好，用刻度尺测量一下吸管有水部分的长度，用记号笔在中间做一个记号（图7-13）。



图7-13

将木板平放到需要检验水平的表面上，如果小气泡处于记号处，则表面水平，如果没有处于记号处，则表面不水平。气泡偏向的那一边表面高，气泡偏离的那一边表面低。

（二）物理史话

1. 力的概念形成简史

早期希腊的宇宙论学派认为自然是有生命的，像人体一样，是自己运动的活的组织。在这种思想指导下，并不存在运动的起源问题，也没有力的概念。在亚里士多德的著作

中，力被看成是从一个物体发射到另一个物体中去的。因此，根据这种力的概念，其作用只能限于相互接触的物体，只有通过推或拉，才能有相互影响作用。他的这种力的概念完全摈弃了不接触而通过远距作用的力的存在。于是，恒星只能假设它是有生命的，而行星运动只能假设它自己发力驱动。在整个中世纪，由于思想上深受亚里士多德的束缚，在力的概念上没有什么进展。

开普勒根据长期的星象观测资料，在1605年认识到行星轨道运动是由行星受到的吸力造成的，但对吸力的性质并不清楚。这些力是怎样漫过空间的也不很清楚。

伽利略对经典力学的建立有着重要的贡献，但他对质量的定义是模糊的，所以他并不能给出力的清晰的定义，使这种定义既能用于静力学，又能用于动力学。但他对惯性原理的理解是正确的。他把力和速度的变化联系在一起，开辟了牛顿把力和加速度联系在一起的道路。

力的概念在经典力学中占有最根本的重要位置。牛顿在1664年提出了力的定义是动量的时间变化率。牛顿第一定律是力的定性定义，它规定力在什么条件下存在和在什么条件下它的作用不存在。牛顿第二定律给出了力的定量定义。牛顿第三定律指出所有的力都是成对的，且这两个力分别作用在不同的物体上。

牛顿的万有引力理论，使超距作用的力的概念推广到物理学的其他分支。但牛顿不能从物理上说清楚这种超距作用的内在机制。19世纪，麦克斯韦总结了前人对电磁现象的研究，以场的概念为基础，建立了经典电动力学的基本方程，预言了电磁波的存在，促使人们怀疑超距作用力的概念。一直到爱因斯坦于1905年提出狭义相对论，指出一切物理作用传播的最大速度是光速以后，人们才认识到超距作用的力的概念有着根本的局限性。爱因斯坦于1915年在他的广义相对论里明确指出万有引力的传播速度不可能大于光速以后，又提出了引力波的概念。

2. 牛顿在运动学和天体力学方面的成就

牛顿的最高科学成就体现在运动学和天体力学中。早在进入剑桥之初，他就已经思考运动的原理，当时他的思想主要受到笛卡儿和伽利略的影响。1664年他已经对非弹性碰撞问题进行过定量研究，不久他提出惯性原理，指出力与运动的变化之间存在着因果关系，并比惠更斯早10年提出向心力定律。牛顿早在大鼠疫时期就已经深入研究天体的周期运动与引力的关系问题，但他并没有取得最后的成功。1679年，他在与胡克关于引力与重物轨道问题展开的争吵中逐步意识到平方反比关系的引力作用指向椭圆轨道的一个焦点，而且平方反比关系可能是引力的一个普适关系。

1679~1680年的牛顿形成了万有引力观念，并且证明平方反比关系与椭圆轨道存在着必然的联系。1684年，哈雷、胡克和雷恩大约同时猜到引力的平方反比关系与行星的椭圆轨道之间有必然联系，但他们都无法证明和推导出这一结论。哈雷请教牛顿，牛顿表示他在几年前已经完成了证明。不久，牛顿写出《论轨道上物体的运动》一文，证明天上与地上的物体服从完全同样的运动规律、引力的存在使得行星及其卫星必定沿椭圆轨道运动，展示出一种全新的力学理论框架。哈雷看出这篇论文有划时代的价值，他敦促牛顿把它扩

充为专著发表。于是《自然哲学的数学原理》(以下简称《原理》)这部科学巨著得以问世。

牛顿的力学、运动学和天体力学主要成果集中体现在《原理》之中。牛顿定义了时间和空间概念，定义了作用和力以及运动等概念，这些概念和定义沿用至今。他以公理形式提出了著名的牛顿运动三定律。当他把第二定律带入开普勒行星运动第三定律时，得到了椭圆轨道运动受到距离平方反比引力作用的关系。牛顿证明，这一关系适用于太阳与地球、地球与月球以及木星与其卫星，这就是著名的万有引力定律。在这部著作中，牛顿用统一的概念、理论体系详尽地解释了当时所知的几乎全部运动现象，包括物体、流体、落体、摆体等的运动，包括行星、彗星及行星卫星(月球、木星卫星)的运动，还包括海洋潮汐运动。

选自《中国大百科全书（第二版）》，中国大百科全书出版社，2009年

（三）物理广角

1. 胡克定律

弹力的大小跟形变的大小有关系，形变越大，弹力也越大，形变消失，弹力就随着消失。对于拉伸（或压缩）形变来说，伸长（或缩短）的长度越大，产生的弹力就越大。弹簧伸长或缩短的长度越大，弹力就越大，这是我们从经验中都知道的。把一个物体挂在悬线上，物体越重，把悬线拉得越长（实际上还是看不出来），悬线的拉力也越大。物体发生弯曲时产生的形变叫做弯曲形变。对于弯曲形变来说，弯曲得越厉害，产生的弹力就越大。把弓拉得越满，箭就射出得越远。把一个物体放在支持物上，物体越重，支持物弯曲得越厉害，支持力就越大。还有一种叫做扭转形变。在金属丝的下面挂一个横杆，用力扭这个横杆，金属丝就发生扭转形变（图7-14）。放开手，发生扭转形变的金属丝产生的弹力会把横杆扭回来。金属丝的扭转角度越大，弹力就越大。

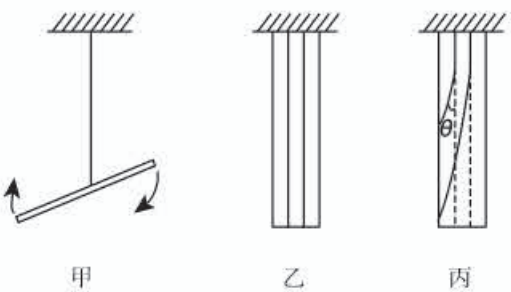


图7-14　甲图表示用扭横杆的办法使金属丝发生扭转形变。乙图是放大了的未发生扭转形变的金属丝的示意图。丙图是放大了的发生扭转形变的金属丝的示意图，θ角可以用来表示扭转形变的大小。

定量地研究各种形变中弹力和形变的关系比较复杂，我们经常遇到的是弹簧的拉伸（或压缩）形变。实验表明：弹簧弹力的大小F和弹簧伸长（或缩短）的长度x成正比。写成公式就是

$$F=kx$$

其中k是比例常数，叫做弹簧的劲度系数。劲度系数是一个有单位的量。在国际单位制中，F的单位是牛，x的单位是米，k的单位是牛每米。劲度系数在数值上等于弹簧伸长（或缩短）单位长度时的弹力。劲度系数跟弹簧的长度、弹簧的材料、弹簧丝的粗细等都有关系。弹簧丝粗的硬弹簧比弹簧丝细的软弹簧劲度系数大。对于直杆和线的拉伸（或压

缩）形变，也有上述正比关系。这个规律是英国科学家胡克发现的，叫做胡克定律。

胡克定律有它的适用范围。物体的形变过大，超出一定限度，上述正比关系将不再适用，这时即使撤去外力，物体也不能完全恢复原状。这个限度叫做弹性限度。胡克定律在弹性限度内适用。弹性限度内的形变叫做弹性形变。

2. 物体的形变与弹力

弹力，又称弹性力。当物体受到外力作用而产生形变时，在物体内部即产生一种抗拒形变力图使物体恢复原来形状的力，这种力就叫做弹力。

弹力产生于直接接触的物体之间，并且以物体产生弹性形变为先决条件。所以，凡是相互接触而且发生弹性形变的物体之间都存在着弹力的相互作用。同时，由于产生形变，物体内部各部分之间也存在着弹力相互作用。

物体的形变是多种多样的，所以产生的弹力也以各种不同形式表现出来。我们平时所说的压力、支持力、拉力、推力、张力等，是根据力的作用效果命名的，它们实际上都是由于物体发生形变而产生的，所以这些力实质上都是弹力。

当物体发生形变时，它的内部产生的弹力一般是不相等的。例如，在图7-15中，在外力F的作用下，绳同物体一起以加速度a运动。设绳上C点与D点之间的绳的质量为m，C、D两点处受到BC段和DA段绳的作用发生形变而产生的张力为F_{TC}和F_{TD}。根据牛顿第二定律得到$F_{TD}-F_{TC}=ma$，即$F_{TD}=F_{TC}+ma$。这个式子说明，绳中的弹力(即张力)在各点是不相等的。在中学物理中，为了简化问题，认为绳中各点张力大小都相等。这样考虑的条件是必须忽略绳的质量，即$m_{绳}=0$。

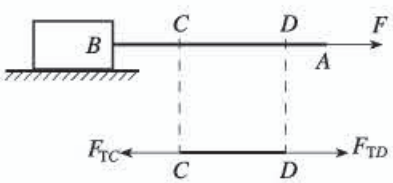


图7-15

在弹性限度内，弹力的大小跟形变成正比；达到平衡时，弹力大小等于引起形变的外力。弹力的方向就两个物体之间来说，总是跟引起形变的作用力的方向相反。两个坚硬物体之间由于拉伸或压缩形变产生的弹力，其方向垂直于接触面，并且与形变的趋向相反；绳等柔软物体与其他物体之间由于拉伸形变而产生的弹力，其方向沿柔软物体本身，也与形变的趋向相反。

下面分析一下弹力产生的原因。在弹性限度内，物体受到外力作用发生形变时，物质的分子之间要发生相对位移，这时分子间的引力与斥力的平衡状态被破坏。当对物体施加压力时，分子之间的距离变小，斥力较引力增加得快，分子之间斥力作用占优势，物体就表现出弹性压力；如果对物体施加拉力，就会增大分子之间的距离，此时引力比斥力增加得快，分子间引力作用占优势，物体就表现出弹性张力。当外力撤去后，正是这种斥力或引力作用，使物体恢复原来的形状。

3. 质量和重力的测量

在物理学中，用天平称得的是物体的质量，用弹簧测力计称得的是物体所受的重力。用天平和弹簧测力计之所以能测出不同的物理量——质量与重力，是由它们的结构和工作

原理决定的。

我们使用的一般天平，是根据等臂杠杆的原理制成的。设天平的臂长为l，被测物体所受重力为G_1，砝码所受重力为G_2。根据杠杆平衡条件，当天平平衡时，我们得到$G_1l=G_2l$，即$G_1=G_2$。所以，当天平平衡时，物体所受重力与砝码所受重力相等。由于天平的尺寸与地球相比是很小的，可以认为被测物体和砝码均处于地球上的同一地点。设该处的重力加速度为g，则有$G_1=m_1g$，$G_2=m_2g$。由于$G_1=G_2$，即$m_1g=m_2g$，所以$m_1=m_2$。以上就是用天平称质量的原理。

这就是说，一个物体无论放在地球的任何地方，当用天平来称量时，物体的质量总是等于与它相平衡的砝码的质量。在其他天体上，用天平也可以称物体的质量。

物体所受的重力可以用弹簧测力计直接测出。由于弹簧测力计中弹簧的伸长与作用力大小成正比，所以我们从弹簧测力计刻度的指示数值就可以直接读出物体所受重力的大小。

质量和重力是两个不同的物理量。在地球的任何地点，一个物体的质量不会产生变化，把这个物体带到月球上，用天平称量时，其质量数值仍然等于在地球上所测得的数值。而物体所受的重力由于地球上不同地点的重力加速度的差异，会有不同的数值。由于月球的质量比地球的质量小，所以月球的引力比地球弱，月球上的重力加速度数值大约只有地球重力加速度数值的$\frac{1}{6}$，所以在月球上用弹簧测力计测得的重力也只是在地球上测得的数值的$\frac{1}{6}$。

4. 万有引力

根据牛顿第一定律，既然行星沿着曲线运动而不是沿直线运动，所以必定有力作用于这些行星。牛顿认为这个力与地球表面重力产生的起因是一致的。他在《原理》书中把天体运动当作力学问题处理，并指出适用于地球表面各种现象的运动原理也同样适用于天空中的所有现象。这是牛顿伟大的综合理论，综合了开普勒的行星运动三大定律及伽利略关于匀加速运动的运动学。此综合理论的出现是牛顿一直系统阐述的一组动力学原理的自然结果。用同样一组定律描述下落物体的运动以及行星的运动，这件事是不易看清楚的，但伟大的天才牛顿却发现了这个内在的联系。于是，牛顿就推翻了亚里士多德关于天上与地球上的物体遵循不同的定律的论点。牛顿得出结论：一切物体都互相吸引。为了保证不对行星之间的力产生误解，他写道："把天体保持在其轨道上的力迄今一直叫做向心力；不过现在已经明明白白，它就是引力，不可能是别的什么，以后我们将把它称为引力。因为把月球保持在其轨道上的向心力的起因可以推广到所有的行星。"

牛顿用开普勒第三定律论证了引力与行星距太阳的距离的平方成反比（这就是引力的平方反比定律）。他以数学方法证明密度均匀的球体的万有引力可以认为是从集中了球体全部质量的球心发生的。非球体的万有引力则可以认为是从物体的重心发生的。由于对称性，一个球体的重心就在它的球心处。也是由于球体的对称性和万有引力的平方反比律，在密度均匀的球体内，净引力吸引作用为0。牛顿的万有引力定律为：

从属于一切物体的引力大小与它们各自所含的物质的数量成正比。

这个力的量值与两个物体的质量的乘积成正比，与它们之间的距离的平方成反比。其数学表达式为

$$F=G\frac{m_1m_2}{r^2}$$

式中，m_1和m_2是两个互相吸引的物体的质量，r是两物体之间的距离，G是引力常量（此常量在《原理》书中没有出现，是拉普拉斯在18世纪引入的）。万有引力的这个表达式极为简洁而又对称。该力仅与分隔两个质量体的距离有关，与质量体的方位、速度或加速度无关。在阐述万有引力定律时，牛顿含蓄地假设引力的超距作用是通过一个尚不了解的机理实现的，而且引力作用是即时的。引力常量假设为正数，因为万有引力只是吸引，推斥的万有引力从来没有碰到过。

选自《抓住引力》，P. M. 贡德哈勒卡尔著，孙洪涛译，中国青年出版社，2007年1月第1版

人教版®

第八章
运动和力

一、《课标》要求及课时建议

（一）《课标》要求

2.2.3　通过常见事例或实验，了解摩擦力。

2.2.4　知道二力平衡条件。

2.2.5　通过实验，认识牛顿第一定律。用物体的惯性解释自然界和生活中的有关现象。

（二）课时建议

第1节　牛顿第一定律	1课时
第2节　二力平衡	1课时
第3节　摩擦力	1课时

二、编写意图

（一）本章概述

本章在第一章“机械运动”和第七章“力”的基础上，进一步学习运动和力的初步知识。它具有承上启下的作用，既是上一章所学力学知识的延续，又是继续学习“压强”“浮力”等各章的预备知识，同时更是学生在高中阶段进一步学习力学知识的基础。

运动和力是人们在生产和生活中经常接触到的物理现象。早在两千多年以前人们就开始研究运动和力的关系，直到伽利略和牛顿时代，这个问题才得以解决。运动和力的关系问题不仅深化了人类对自然的认识，而且体现了科学研究的基本方法，对人类的思维发展

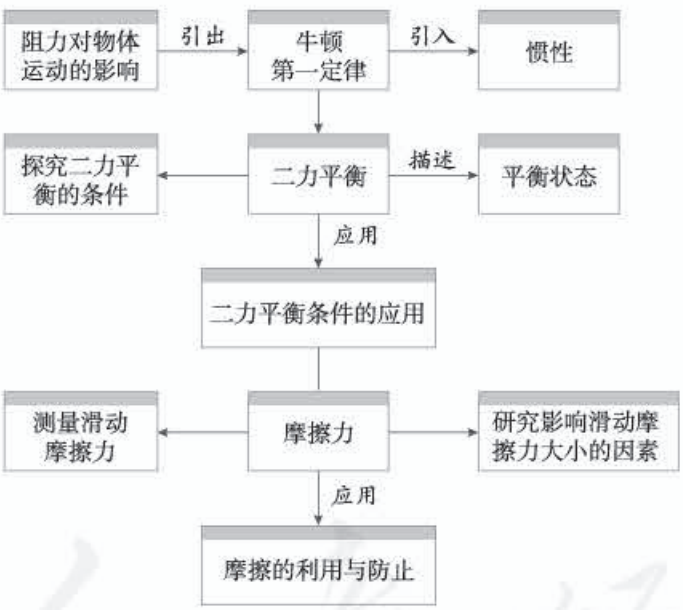
产生了重要影响。

我们知道，牛顿第一定律是经典力学的核心内容之一，它指出了力与运动的关系，即力不是维持运动的原因，而是改变物体运动状态的原因。教科书把牛顿第一定律放在十分重要的位置，它是本章乃至整个初、高中物理课程的基础。

本章的章首图展示的是跳台滑雪运动员整个身体在空中飞行的姿态。运动员在空中飞行时受到重力和空气阻力的作用。在空中飞行时，运动员身体前倾，与滑雪板几乎平行，这是为了减少空气阻力，同时能更好地运用飞行中的空气升力，延长空中停留时间，以便能跳跃更远的距离。我们利用此情境意在引发学生思考运动和力的关系问题。

本章知识围绕牛顿第一定律展开，教科书通过演示阻力对物体运动的影响，引出牛顿第一定律。牛顿第一定律描述的是物体在不受力的作用时的理想状况，而现实世界中，不受力的物体是不存在的，由此引出物体在受力平衡时的运动情况。在测量摩擦力时，需要用到二力平衡的知识，因而把摩擦力知识安排在本章“二力平衡”后教学。

本章内容结构如下。



（二）认识牛顿第一定律

牛顿第一定律是本章教学的难点。要让学生完成对它的认识，最重要的是揭示建立牛顿第一定律的思维过程，帮助学生突破思维障碍。

1. 选取运动物体水平方向只受阻力的实例

教科书设计了第1节的节首图“滑板车”（图8-1），呈现脚给滑板车力，滑板车动起来，然后滑板车水平方向只受阻力作用逐渐停下来的运动过程的情景。该情景图具有动感的视觉冲击力，可引导学生思考运动与力的关系。



图8-1

2. 展示两种对立的观点

教科书介绍了亚里士多德和伽利略有关力与运动的观点，进而提出需要思考的问题。学生虽然已经知道力的作用效果之一是改变物体的运动状态，但头脑中根深蒂固的错误观念还是会频频出现，如“有力才会运动”“物体不受力的作用就要停下来”……要让刚刚学习物理的初中学生判断“运动要靠力来维持”还是“运动不需要力来维持”两个对立的观点是极其困难的。这时就需要我们给学生的思维以支撑，通过实验研究某个具体物体的运动过程，在此基础上加以分析、概括和总结。

3. 演示阻力对物体运动的影响

教科书在选取运动物体水平方向只受阻力作用的实例的基础上，设计了小车从高处滑下的对比演示实验，研究阻力对物体运动的影响。具体方法是让小车在铺有棉布的表面滑行，并与小车在木板表面滑行的距离比较，目的是引导学生观察阻力不同时小车的运动情况会有什么不同，进而引发更深入的思考和猜想。

4. 符合逻辑的科学推理建立规律

学生通过实验直观地看到，物体所受阻力越小，运动得越远。在此基础上学生结合自己对生活经验的认识分析问题。例如，教科书在本节最开始提出的实例，物体在没有动力的情况下能够停下来，是因为阻力的作用。若能将阻力不断减小下去，物体不就会越滑越远吗？通过推理得出结论：运动的物体如果受到的阻力为0，它就将以恒定不变的速度永远运动下去。换言之，物体不受力作用时也能做匀速直线运动，因此物体的运动不需要力来维持，力不是维持物体运动的原因，而是改变物体运动状态的原因。这种符合逻辑的科学推理思维过程的训练在学习物理中是相当重要的。

5. 用物体的惯性解释有关现象

牛顿第一定律说明了物体有惯性，一切物体都有保持原有运动状态不变的性质。物体保持哪种状态，由它的初状态决定。无论物体是运动的还是静止的都具有惯性，惯性是物体固有的属性。教科书设计了几个有趣的实验，目的是联系生活实际，使学生认识到人们有时可以利用惯性，有时应该注意防止惯性给人们带来的危害。

（三）采用实验探究的方法研究二力平衡

在学习物体不受力时怎样运动后，教科书进一步研究物体在受力的情况下将怎样运动的问题。

首先，引导学生观察、思考日常生活中常见的一些现象：物体在受几个力作用时，也能保持静止或匀速直线运动状态，这是为什么呢？这就引出了二力平衡的问题。

然后，通过实验，探究二力平衡的条件。

最后，应用二力平衡的条件来分析一些现象，使学生会应用所学知识分析简单的问题。

探究二力平衡的条件侧重于进行实验与收集证据、分析与论证这两个要素，注重培养学生实验动手能力以及分析数据、处理结果的能力。

（四）认识和测量摩擦力

摩擦力内容是作为二力平衡知识的应用而放在本章的，处理的基本思路与上一章的弹力、重力有相似之处。教科书以这个具体的力为载体，再次让学生经历感知、测量、分析力的认识过程，达到深化、巩固和提高的目的。

对于摩擦现象，学生有较丰富的感性认识。教科书先让学生体验摩擦力的存在，说明摩擦力是阻碍物体相对运动的，再让学生测量摩擦力的大小。测量水平运动物体所受的滑动摩擦力是《课标》规定的必做实验之一。学生对于静止物体的二力平衡知识比较容易接受，而对于匀速运动物体的二力平衡问题理解会有一些障碍，因此教科书比较详细地介绍了滑动摩擦力的测量方法，即根据二力平衡条件，已知一个力的大小和方向，就可以确定另一个力的大小和方向。

需要说明的是，虽然《课标》没有要求研究影响滑动摩擦力大小的因素，但教科书选取了这个真实、典型、有意义的科学探究选题。这个实验探究侧重设计实验与制订计划这一要素，让学生尝试考虑影响问题的主要因素，有控制变量的初步意识，认识设计实验与制订计划在科学探究中的作用，加深对测量滑动摩擦力方法的认识。

摩擦在生产和生活中有重要意义，教科书最后介绍了增大和减小摩擦的方法。这是从生活走向物理的好素材，通过讨论摩擦的利与弊，使学生了解生产、生活中如何利用有益摩擦和防止有害摩擦，养成在学习过程中联系生产、生活实际的习惯。为了不使问题复杂化，降低教学难度，教科书没有提出静摩擦的问题，并把滚动摩擦放到“科学世界”中学习。

需要指出的是，在列举的增大或减小摩擦的实例中，往往会有静摩擦现象夹杂其间，要准确解释这样的现象对初中学生来说有难度，最好避免，不宜要求过高。

三、教材分析与教学建议

第1节　牛顿第一定律

（一）教学目标

1. 通过实验，确认阻力对物体运动的影响。

2. 经历建立牛顿第一定律的科学推理过程，认识牛顿第一定律。

3. 能通过生活经验和大量事实认识一切物体都具有惯性。能用物体的惯性解释生活和自然中的有关现象。

（二）教材分析与教学建议

本节内容由“阻力对物体运动的影响”“牛顿第一定律”和“惯性”三部分构成，重点是把物体的运动状态和物体是否受力联系起来，从而使学生初步认识力和运动的关系。它将为后面学习二力平衡、压力、浮力、物体的浮沉条件、杠杆的平衡条件等打下基础，并起到承前启后的作用。

教科书首先选取运动物体水平方向只受阻力的实例引入课题，然后展示两种对立的观点，实验研究阻力对物体运动的影响。在此基础上进行科学推理、建立规律，并引导学生会用物体的惯性解释有关现象。

教学的重点是通过实验研究阻力对物体运动的影响，难点是建立牛顿第一定律的科学推理过程。教学中应采用实验探究与科学推理相结合的方法，使学生通过实验现象的观察、分析，以及科学的想象和推理，合理推测、总结规律，以此培养观察实验、科学推理的能力。

1. 阻力对物体运动的影响

学生已学习了力可以改变物体的运动状态。力和运动之间是有联系的。那么，我们应该怎样引导学生去思考两者的关系问题呢？

教学片段　关于力和运动两种对立观点的讨论

演示　在水平桌面上推一木块，木块运动，撤去推力，木块停止运动。

亚里士多德的观点　如果要使一个物体持续运动，就必须对它施加力的作用；如果这个力被撤销，物体就会停止运动，也就是“运动要靠力来维持”。

应该说，亚里士多德是通过直觉的观察给出结论的。这样的描述似乎合理，似乎可以解释这一物理现象。

引导学生尝试运用这一结论，看一看是否能解释以下实例。

实例　一种情况，足球静止在地面上，运动员不踢，球不动；另一种情况，运动员将球踢出瞬间脚离开球，球运动一段距离才停下来。

尝试解释　运动员不踢球，球不动，似乎符合亚里士多德的观点。然而，运动员的脚离开球后，球已经不受脚给的力，却还能运动一段距离，这又与上述结论矛盾。

提出问题　从实例的结果看，力不是维持物体运动的原因，而是改变物体运动状态的原因。足球并不是因为不再受脚给的力而停止运动，而是由于受到阻力作用而停下来。

伽利略的观点　物体的运动并不需要力来维持，运动的物体之所以会停下来，是因为受到了阻力。

应该说，伽利略发现了不易觉察的阻力作用，改变了亚里士多德根据直觉经验得出的结论，指出运动不需要力来维持。

这个教学片段针对两种不同的观点，强化矛盾冲突，激发学生的探究欲望，进而引出研究阻力对物体运动的影响的需求。

教学中，要创设物体水平方向只受阻力作用的运动情境，使学生感受到阻力对物体的运动是有影响的。例如，滑板车在没有受到动力作用的情况下，会逐渐停下来，表明阻力的作用效果是使滑板车的运动状态由运动变为静止。同时，要做好教科书中的演示实验，使学生认识到物体受到的阻力越小，速度减小得越慢，为接下来的科学推理作好准备。

教学片段1　阻力对物体运动的影响

要让同一小车在水平方向受到的阻力发生改变，就要改变水平面的粗糙程度。为做好这个对比实验，需准备两种或两种以上粗糙程度不同的平面。

演示　让同一小车从斜面的同一高度，由静止开始自由滑下，观察其运动情况，并记下其停止的位置。

温馨提示：演示实验中，斜面的倾角和木板的长度要匹配，以使小车在木板上运动距离适当。另外，保证小车平滑进入水平面，防止小车刚滑到水平面时卡住。也可以用干电池等圆柱体代替小车。

对物体运动的阻碍程度	小车运动的距离 s/m	小车运动速度减小情况
大		
中		
小		
……		

分析论证　对物体运动的阻碍程度反映物体所受阻力的大小。小车受到的阻力越小，小车运动的距离越远，速度减小得越慢。

教学片段2　阻力对物体运动的影响（气垫导轨视频）

基于实验条件等多方面因素的考虑，最好组织学生观看气垫导轨实验的录像。

教师介绍实验装置及特点，并拨动气垫导轨上的滑块，让学生观察滑块的运动状态。当手脱离滑块后，滑块不受动力，阻力很小，滑块会接近匀速滑动。

教学片段1要求学生会记录实验结果，并能根据观察和记录进行分析论证，得出定性的结论。目的是为进入科学推理准备真实的科学实践体验。

教学片段2的实验可以帮助学生进一步认识物体水平方向不受力作用（或所受阻力非常小）时，物体将做（或近似做）匀速直线运动的情景，达到直观感受的目的。

2. 牛顿第一定律

在研究了阻力对物体运动的影响后，学生已经有了进一步参与合理推测的认识上的准备，因此向学生提出“小车在比木板更光滑的水平面上运动时，能比在木板上前进更远吗？设想一下，如果小车运动时不受阻力，小车会永远运动下去吗？”的问题，应该说时机已到。教师可以引导学生用自己的语言表述牛顿第一定律的内容。另外，在此过程中应该适时对学生进行物理学史的教育，展示并梳理几位科学家科学推理的思维过程。

牛顿第一定律的教学过程，最重要的是让学生经历建立牛顿第一定律的过程。需要明确，虽然牛顿第一定律不是直接由实验得出的，但其中符合逻辑的科学推理是非常重要的。由于从牛顿第一定律得出的一切推论都经受住了实践的检验，因此它已经成为公认的物理学基本定律之一。

还有，教师要注意引导学生针对牛顿第一定律表述中的“一切”“没有受到力的作用”“总保持”“或”的含义加深认识。明确力和运动的关系，即力是改变物体运动状态的原因，而不是维持物体运动的原因。

温馨提示：

“一切”表明这个规律的普适性。

“没有受到力的作用”是定律成立的条件。

“总保持”指物体在没有受到力的作用时，只有保持静止或匀速直线运动两种可能状态。要改变这两种状态，物体必须受到力的作用。

3. 惯性

《课标》要求能用物体的惯性解释自然界和生活中的有关现象。教学中，要以学生能解释现象为目的，通过具体实例给学生讲解：牛顿第一定律说明了一切物体都有保持原有运动状态不变的性质。物体的状态是由它的初状态决定的，无论初状态是运动的，还是静止的，物体都具有惯性。惯性是物体固有的属性。

教学片段

组织学生动手操作或观察实验，尝试解释所观察到的物理现象。

实验　小球不随弹出的金属片飞出。

拨动簧片，把小球与支座之间的金属片弹出时，小球没有随金属片飞出，而是落入支座上的凹槽中。

引导学生分析现象并填写下列表格。

物体原有运动状态	受击打力作用物体的运动状态	未受击打力作用物体的运动状态
金属片和小球： 静止	金属片受击打力的作用： 由静止变为运动	小球不受击打力的作用： 保持静止

尝试解释　静止的小球没有受到击打力的作用，有保持原有静止状态的性质，所以没有随金属片飞出，而是落入支座上的凹槽中。

实例　亚洲飞人柯受良驾车飞越黄河，他凭什么有这种胆识去飞越气势磅礴的黄河呢？

尝试解释　运动的物体有保持原有运动状态不变的性质。

录像　利用惯性紧固锤头。

尝试解释　锤头和锤柄共同向下运动，锤柄受到撞击力后，运动状态发生改变，由运动变为静止；锤头没有受撞击力，运动状态不改变，仍保持原来向下运动的状态。

这个教学片段联系生活实际，使学生学会用物体的惯性解释生活和自然中的有关现象，认识惯性是物体保持运动状态不变的性质，人们可以利用惯性等。

本节教学中教师还应该积极指导学生阅读“科学世界”栏目的内容，对学生进行安全教育的提示：惯性是造成许多交通事故的原因。教学中可以进一步组织学生思考与讨论：生产、生活中哪些实例是利用惯性的？哪些实例是防止惯性带来危害的？

（三）“动手动脑学物理”参考答案及说明

1. 他们的说法都不对。物体受力后，运动状态要发生变化，不可能保持匀速直线运动状态或静止状态。如果物体没有受力，根据牛顿第一定律，物体总保持静止状态或匀速直线运动状态。换言之，物体不受力时，既可以处于匀速直线运动状态，也可以处于静止状态。

说明：本题考查学生能否从力的作用效果出发，结合刚刚学习的牛顿第一定律正确分

析问题，有助于学生理性思维的培养。

2. 击打棋子前，棋子是静止的。击打其中一个棋子后，这一棋子因受击打力而飞出，上面的棋子由于惯性不会飞出，但因受重力作用而落下。

3.（1）拍打窗帘前，浮灰在窗帘上是静止的。拍打窗帘后，窗帘因受力改变运动状态而振动，浮灰由于惯性还要保持原来的静止状态，所以浮灰与窗帘分离，即通过拍打窗帘清除了它上面的浮灰。

（2）标枪运动员携带标枪助跑，目的是让标枪能在出手前具有一定的速度，从而利用标枪自身的惯性，使它在空中继续前进。

4. 会落在车厢内原来的起跳点。原因是，起跳前，该同学与车一起向前运动，起跳后，由于惯性他还要保持原来的运动状态，所以落下后还会落在车厢内原来的起跳点。

说明：第2、3、4题考查学生是否会应用物体的惯性解释自然界和生活中的有关现象。列举的实例，一种是由于惯性保持原来的静止状态，另一种是保持原来的运动状态。

（四）补充练习

1. 作为经典力学的先驱，伽利略在实验的基础上运用科学推理的方法，正确地揭示了：力不是维持物体运动的原因，而是_____物体运动状态的原因。

答案：改变

说明：考查学生是否会运用牛顿第一定律对亚里士多德和伽利略的观点进行辨析。

2. 停止蹬车后，行驶在水平路面上的自行车仍继续向前运动一段距离，这是因为自行车具有_____，自行车最后还会停下来，这是因为它受到_____的缘故。若路面光滑，自行车将一直做匀速直线运动。牛顿曾研究过此类现象，并总结出_____定律。

答案：惯性；阻力；牛顿第一

3. 惯性与日常生活的联系非常密切，请分别列举一个利用惯性和防止惯性的实例（要求列举教科书以外的实例）。

利用惯性：_____；

防止惯性：_____。

提示：答案不唯一。

说明：要使学生明确物体的惯性有些能加以利用，有些也会带来危害。这样的题目有助于提高学生对客观事物的分析判断能力，使他们具有从正、反两个方面分析问题的意识。

4. 关于惯性，下列说法中正确的是（　　）

A. 静止的物体没有惯性　　B. 运动的足球的惯性比它静止时的大

C. 不受力的物体没有惯性　　D. 物体在任何情况下都有惯性

答案：D

说明：考查学生是否对物体的惯性有正确的认识，反映的是学生对物体属性的认识问题。

第2节　二力平衡

（一）教学目标

1. 依据生活经验认识平衡力和平衡状态的概念，会判断物体受到的力是否为平衡力。
2. 经历探究二力平衡条件的实验过程，归纳、总结出结论。
3. 会利用二力平衡的知识分析解决实际问题。

（二）教材分析与教学建议

本节是在学生学习了牛顿第一定律的基础上，通过对保持静止状态和匀速直线运动状态的物体进行受力分析展开的。它为后面学习测量滑动摩擦力、浮力等打下基础。

本节内容由“二力平衡的条件”和“二力平衡条件的应用”两部分构成。教学的重点是二力平衡的条件，关键是让学生经历探究二力平衡条件的实验过程。二力平衡条件的应用是本节教学的难点，突破它的关键是通过对生活中实例的观察与分析，引导学生归纳、总结、应用二力平衡条件。

1. 平衡状态和平衡力

关于平衡状态，初中阶段只出现两次。一次是从二力平衡条件（平衡力）的角度说，合力为0，物体处于平衡状态；另一次是从杠杆平衡条件（力矩）的角度说，合力矩为0，物体处于平衡状态。平衡状态的问题对初中学生的要求是最初步的。

根据牛顿第一定律，物体在没有受到力的作用时，总保持静止状态或匀速直线运动状态。而我们周围的物体都受到力的作用。教科书列举了桌面上的花瓶、天花板上悬挂的吊灯、平直道路上匀速行驶的汽车等，它们在受到几个力作用的情况下，也保持静止状态或匀速直线运动状态。由此启发学生思考并提出问题：“它们为什么会保持静止或匀速直线运动状态？”进而得出几个力平衡的概念，并进一步给出平衡状态的概念。

教师可以引导学生从物体的受力分析入手，认识到每个力对物体的运动状态都会有影响，都会改变它的运动状态。比如，桌面上的花瓶除了受到竖直向下的重力外，还受到竖直向上的支持力，而这两个力的作用效果跟花瓶没有受到力的作用是一样的，所以花瓶静止。以此达到认识平衡力的目的。

2. 二力平衡的条件

建议通过实验探究二力平衡的条件，并要求学生对实验结果进行分析、归纳、概括，得出二力平衡的条件。下面是两种不同实验方案的教学片段。

教学片段1　用小车探究二力平衡的条件

组织学生进行分组实验。

准备阶段

教师首先结合图8-2说明实验的基本要求，引导学生明确研究对象——小车，并对小车进行受力分析。小车水平方向所受的拉力大小与托盘中砝码质量的多少有关。换句话说，拉力的大小可以通过质量的多少来改变（复习重力的大小跟质量的关系式$G=mg$）。

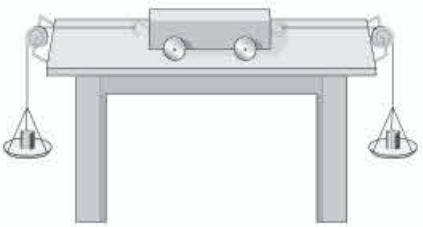


图8-2

实验操作

操作1　用手按住小车不动，两边分别加质量不同的砝码和质量相同的砝码，放手后观察两次小车运动状态的变化。

操作2　用手按住小车不动，把两个托盘放在小车的同一侧，加入相等的砝码，放手后观察小车运动状态的变化。

温馨提示：实验中应注意桌面要光滑；选取质量较大的砝码，以削弱摩擦力的影响；所用的两个托盘要相同。

操作3　在两托盘中加相等的砝码，使小车静止，用手旋转小车至某一角度，使两个力不作用在同一直线上，放手后观察小车运动状态的变化。

操作4　用两个相同的小车分别系住一个托盘，用手按住，保证二力大小相等、方向相反，作用在同一直线上，放手后观察两个小车运动状态的变化。

实验现象

操作1中，砝码质量不同时，小车两边受到的拉力大小不同、方向相反，在一条直线上，小车由静止变为运动；砝码质量相同时，小车不动，其运动状态没有改变。

操作2中，静止的小车虽然受到两个大小相等的力的作用，但是由于方向相同，小车不是保持静止状态，而是由静止变为运动。

操作3中，小车发生转动，运动状态发生改变。

操作4中，放手后两个小车的运动状态都发生了改变，由静止变为运动。

归纳总结

作用在同一物体上的两个力，如果大小相等、方向相反，并且在同一条直线上，这两个力就彼此平衡。

教学片段2　用小卡片探究二力平衡的条件

实验设计

1. 研究两个力的大小和方向对物体平衡的影响

如图8-3所示，将系于小卡片两对角的细线分别跨过左、右两个滑轮后，在两线

端挂上钩码，观察小卡片运动状态的变化。

2. 研究不在同一直线上的两个力对物体平衡的影响

把小卡片转过一个角度，然后再松手，观察小卡片运动状态的变化。

3. 研究不在同一物体上的两个力对物体平衡的影响

用剪刀把小卡片从中间剪开，然后再松手，观察小卡片运动状态的变化。

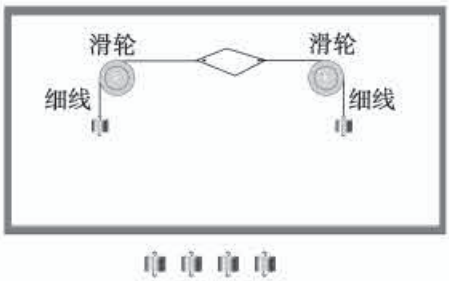


图8-3

实验现象

当两线端所挂钩码质量相等时，小卡片静止；当两线端所挂钩码质量不等时，小卡片运动；把小卡片转过一个角度，再松手时，小卡片转动；用剪刀把小卡片从中间剪开，再松手时，小卡片运动。

实验结论

作用在同一物体上的两个力，如果大小相等、方向相反，并且在同一条直线上，这两个力就彼此平衡。

教学片段1中，小车与桌面间有摩擦，对实验结论有影响。

教学片段2中，虽然小卡片不受摩擦，但还受重力，因此对实验结论也有影响。

教师还可以根据本校的实验条件，选择其他实验方案。

3. 二力平衡条件的应用

建议通过实例引导学生分析物体的受力情况，帮助学生认识二力平衡的条件。对于处于平衡状态的物体，已知一个力的大小和方向，根据二力平衡条件，就可以确定与之平衡的另一个力的大小和方向。

教师要注意引导学生用二力平衡的条件解释一些生活现象，可以采取结合实例，边画力的示意图边讲解的方式。

（三）“动手动脑学物理”参考答案及说明

1. 乙和丁

说明：本题以示意图的形式展示了物体所受两个力的关系，考查了学生对二力平衡条件的认识。

2. 如图8-4所示。

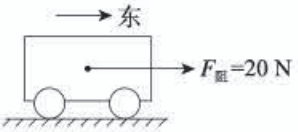


图8-4

3. 小船所受的重力为$G=mg=40\ \text{kg}\times 10\ \text{N/kg}=400\ \text{N}$。小船受到的另一个力的大小也为400 N、方向竖直向上。小船受力的示意图如图8-5所示。

4. 在水平公路上匀速行驶的太阳能汽车受到两对平衡力的作用。在水平方向上，汽车受到的牵引力和阻力是一对平衡力；在竖直方向上，汽车所受的重力和支持力是一对平衡力。因为这两对力中的每一对力都是大小相等、方向相反的，作用在同一条直线上，且都作用在汽车上，因此它们相互平衡。汽车受力示意图如图8-6所示。



图8-5

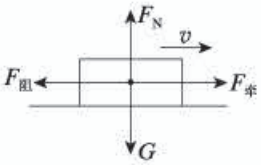


图8-6

说明：第2、3、4题考查学生是否会运用二力平衡的条件解决相关问题。一方面考查学生对物体进行受力分析的能力；另一方面，考查学生是否知道处于静止或做匀速直线运动的物体是处于平衡状态的，一定受到平衡力的作用。

（四）补充练习

1. 在下列事例中，受平衡力作用的物体是（　　）

A. 正在圆形轨道上运动的过山车　　B. 减速进站的火车

C. 腾空而起正在加速上升的火箭　　D. 在马路上匀速直线行驶的汽车

答案：D

2. 一个杯子放在水平桌面处于静止状态，下列各对力中，属于平衡力的是（　　）

A. 桌子受到的重力和杯子对桌面的压力

B. 桌子受到的重力和桌面对杯子的支持力

C. 杯子受到的重力和杯子对桌面的压力

D. 杯子受到的重力和桌面对杯子的支持力

答案：D

3. 一个物体受到平衡力作用，物体会处于平衡状态。平衡状态指物体处于_____状态或_____状态。

答案：静止；匀速直线运动

4. 在图8-7所示的“探究二力平衡的条件”实验中：

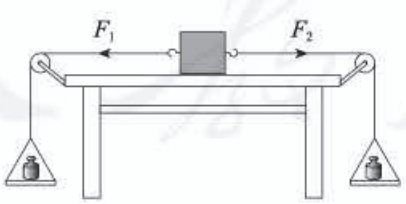


图8-7

（1）把木块放在_____（填“光滑”或“粗糙”）的水平桌面上，向两端的小盘里加砝码，当两盘砝码质量_____（填“相等”或“不相等”）时，木块静止。

（2）保持两盘砝码质量相等，把木块扭转一个角度，使拉力F_1和F_2不在同一直线

上，观察到木块发生转动。当木块重新恢复到静止状态，这时候的拉力F_1、F_2作用在_____上，大小_____，方向相反，这两个力彼此平衡。

答案：（1）光滑；相等　（2）同一直线；相等

第3节　摩擦力

（一）教学目标

1. 能根据生活体验认识摩擦力。

2. 能根据二力平衡的条件，用弹簧测力计粗略地测量水平运动物体所受的滑动摩擦力。

3. 经历研究滑动摩擦力的大小与哪些因素有关的实验过程，能表述滑动摩擦力的大小跟接触面所受的压力和接触面的粗糙程度的关系。

4. 认识摩擦在生产和生活中的利用与防止，并能正确说出增大或减小摩擦的方法。

（二）教材分析与教学建议

本节是在力、弹力、重力之后，研究第三种常见的力——摩擦力。教科书的设计思路与前面对弹力、重力的设计是相同的，即让学生再次经历感知、描述、测量、分析等认识力的过程。一方面，弹力、重力等知识的学习可以对摩擦力的学习起到正向迁移的作用；另一方面，本节的知识内容又为力的概念的形成起到巩固和深化的作用。

本节内容由“摩擦力”和“摩擦的利用与防止”两部分构成。教学的重点是测量水平运动物体所受的滑动摩擦力。这个实验是《课标》中规定的必做的测定性实验。教科书为保证学生能对实验原理有正确认识，特意将本节放在二力平衡内容之后进行。

教科书为突出教学重点，选取了研究影响滑动摩擦力大小的因素的探究性实验作为巩固和深化。一方面，该选题需要学生具有测量滑动摩擦力的实验技能；另一方面，它又是一个难得的训练学生开展科学猜想、实验检验、分析论证的好选题。因为学生虽然对摩擦现象不陌生，但对滑动摩擦力的大小与哪些因素有关却不清楚。

摩擦力在生活中很常见，有些摩擦是有利的，有些摩擦是有害的，摩擦与人们的生活密切相关。针对这些问题的研讨，有助于学生领悟客观事物之间的辩证关系。

1. 摩擦力

对于摩擦现象，学生有丰富的感性认识。本节可以从学生对摩擦已有的生活体验入手，通过对生活实例的分析引入摩擦力的概念，再通过一些小实验感知摩擦力的存在。

教学片段　感知摩擦力的存在

组织学生做分组实验。

实验1　让学生将手掌按在课桌上，向前滑动，体会桌面对手的前进有什么影响。要求学生以小组为单位说出自己的感受。

实验2　将牙刷的刷毛直立在课桌的表面，用力推动或拉动牙刷（图8-8），观察刷毛弯曲的方向与牙刷运动的方向有什么关系。



图8-8

这个教学片段通过学生亲身感受、讨论、交流、概括，使其初步感知摩擦力的存在，比较形象、直观地观察到摩擦力的方向与物体的运动方向相反。这样的安排可以充分发挥学生的主体意识，培养学生的观察、分析与概括能力，使学生亲近物理，拉近物理与生活之间的距离。

2. 测量水平运动物体所受的滑动摩擦力

教学中，建议教师首先引导学生做好对木块的受力分析。当木块在木板上做匀速直线运动时，水平方向上受到弹簧测力计的拉力和木板对它的滑动摩擦力。根据二力平衡的条件，这两个力大小相等、方向相反，作用在同一条直线上。

教学片段　测量水平运动物体所受的滑动摩擦力

实验原理　教师引导学生分析实验原理。滑动摩擦力的大小无法直接测量。如果保证被测物体沿水平方向做匀速直线运动，物体水平方向受到一对平衡力作用，即拉力与滑动摩擦力平衡。用弹簧测力计测量拉力的大小，就可以知道物体所受的滑动摩擦力的大小。

温馨提示：实验中应注意保持长木板水平；保持弹簧测力计与长木板平行；保持木块做匀速直线运动。

进行实验　将木块放在水平放置的长木板上，用弹簧测力计水平拉动木块，使它沿长木板做匀速直线运动，读出并记下弹簧测力计的示数。

3. 研究影响滑动摩擦力大小的因素

这个实验的教学主要突出猜想和设计实验两个科学探究要素的训练。

在猜想这一教学过程中，教师应注意引导学生养成根据原有经验和知识合理推测，并努力说出猜想的依据的习惯。教师可以创设问题情境，使学生在具体情境中猜想。当学生猜想的基础不充分时，教师要以自己的知识和经验，将学生的思路引导到合理的轨道上来。

例如，当学生根据斜向下推箱子感觉吃力，斜向上拉箱子感到轻松的生活经验，提出滑动摩擦力的大小可能跟用推力还是拉力有关时，由于学生缺乏力的合成与分解的知识，教师应说明下推或上拉箱子，其实是使箱子对地面的压力改变了，这样就将学生的猜想归

纳到压力方面了。

摩擦力非常复杂，跟多种因素有关。在设计实验教学过程中，教师要引导学生运用控制变量的方法进行实验的设计。教材中提出滑动摩擦力大小与“接触面所受的压力”“接触面的粗糙程度”有关。在研究滑动摩擦力大小与接触面的粗糙程度关系时，可以用同一长木板，一面比较光滑，另一面比较粗糙，这样可以控制两接触面的材料相同。对学有余力的学生，还可以探究滑动摩擦力大小与接触面的不同材料的关系。这个探究实验要求学生学会自己设计记录实验数据的表格。教学中应教给学生设计实验表格的一般方法。

教学片段　研究影响滑动摩擦力大小的因素实验设计

如图8-9所示，将弹簧测力计固定不动，物块挂在测力计的挂钩上，不拉木块，改为拉动木板，使木板与木块相对运动。分别改变接触面所受的压力、接触面的粗糙程度、接触面的大小、拉动木板的快慢，观察弹簧测力计的示数变化情况。

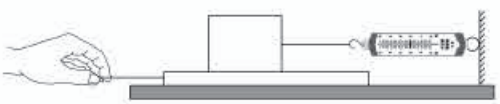


图8-9

从这个教学片段所提供的实验方案可以很明显地看出，滑动摩擦力大小与拉动木板的快慢、是否匀速没有关系。但学生可能不明白其中的原理，教师可以直接告诉学生这种方法可行，并引导一部分学生尝试用所学的受力分析的知识了解这种方法。

温馨提示：用拉动下面木板的方法做实验，弹簧测力计示数较稳定，容易读出正确的数值，实验效果较好。这种实验方法学生操作起来也比较容易。

4. 摩擦的利用与防止

教师可以组织学生讨论“想想议议”栏目中的各实例，同时引导学生列举更多实例，并归纳增大和减小摩擦的方法。为使学生对增大和减小摩擦有切身体验，建议补充一个用滚动代替滑动减小摩擦的小实验。

教学片段　用滚动代替滑动可以减小摩擦

1. 将一实验小车放在水平木板表面，先用手直接匀速拉动，再用弹簧测力计沿水平方向匀速拉动（图8-10甲），记录示数大小。

2. 将小车翻转，轮子朝上放在水平木板表面，先用手直接匀速拉动，再用弹簧测力计沿水平方向匀速拉动（图8-10乙），记录示数大小。

比较两次直接用手拉的感受。

比较两次弹簧测力计示数的差异。



甲　　乙

图8-10

这个教学片段的目的是要增强学生的实践体验，使他们感受滚动摩擦和滑动摩擦的差异。在此基础上，学生的关注点比较容易被引导到生活、生产中利用有益摩擦和防止有害摩擦的实例以及增大和减小摩擦的途径上。

教学中还可以利用多媒体辅助设备为学生展示一些相关的视频，让学生有直观的感受。要求学生课外阅读“科学世界”栏目的内容。

（三）“动手动脑学物理”参考答案及说明

1. 增大接触面的粗糙程度来增大摩擦。

2. 自行车的轮胎（或脚踏板，或把手）上刻有凹凸不平的花纹，是通过增大接触面的粗糙程度来增大摩擦的；自行车刹车时，是通过增大刹车胶皮与车圈之间的压力来增大摩擦的。自行车安装轴承，用滚动代替滑动来减小摩擦；往自行车的转动部分加润滑油是使原来接触的表面彼此分离来减小摩擦的。

3. 蹬冰脚的鞋底为橡胶制成，是为了增大接触面的粗糙程度以增大摩擦。滑行脚的鞋底为塑料制成，是为了减小接触面的粗糙程度以减小摩擦。

说明：第1、2、3题属于实践性题目。一方面考查学生能否运用增大和减小摩擦的方法分析问题；另一方面，考查学生平时是否注意观察、思考，是否有生活体验。题目的难点在于许多学生缺少生活体验。

4. 将同一个长方体木块分别平放和侧放在同一水平放置的长木板上，用弹簧测力计匀速拉动木块，使它沿水平长木板滑动，从而测出木块与长木板间的滑动摩擦力，分别记为F_1和F_2，并进行比较。如果$F_1 = F_2$，说明滑动摩擦力的大小与接触面积无关；如果$F_1 \neq F_2$，说明滑动摩擦力的大小与接触面积有关。

说明：本题考查学生设计实验的能力。应注意实验中控制变量法的运用。在研究滑动摩擦力的大小与接触面积的关系时，要控制压力大小和接触面的粗糙程度不变。

5. 手拿笔一拿就掉在地上，天花板上的灯下落，桌椅很容易滑动，教师及学生无法走路等。

说明：本题是一道开放性试题，具有发展学生想象力的功能，同时也让学生认识到生活中摩擦力的重要性。

（四）补充练习

1. 如图8-11所示，用10 N的水平推力F去推一个在水平地面上重为50 N的物体，物

体静止不动，则物体与地面之间的摩擦力大小是（　　）



图8-11

A. 10 N　　B. 50 N　　C. 40 N　　D. 0

答案：A

2. 如图8-12，水平传送带正将大米从车间运送到粮仓。重500 N的一袋大米静止放到传送带上，米袋先在传送带上滑动，稍后与传送带一起匀速运动，米袋滑动时受到的摩擦力大小是重力的0.5倍。米袋在滑动时受到的摩擦力方向向____（填“左”或“右”），随传送带一起匀速运动时受到的摩擦力大小为____ N。


图8-12

答案：右；0

3. 以下事例中，属于有害摩擦的是（　　）

A. 走路时鞋底与路面间的摩擦　　B. 机械运转时轴承与滚珠间的摩擦

C. 拿东西时手与物品间的摩擦　　D. 写字时粉笔与黑板间的摩擦

答案：B

4. 请写出一种避免汽车在冰雪路面上行驶时出现打滑现象的具体做法（教科书中的实例除外），并说出理由。

答案：及时清雪、换防滑轮胎、安装防滑链等。理由是，增大接触面的粗糙程度，以增大车与路面间的摩擦力。

5. 如图8-13所示，同一水平桌面上放有长方体木块和铁块各一块。木块和铁块中哪个的下表面更粗糙？请你只利用一个量程满足实验要求的弹簧测力计，设计一个实验来验证你的猜想，写出实验步骤和实验分析结果。



图8-13

答案：实验步骤：（1）将铁块放在木块上，用弹簧测力计水平匀速拉动木块，记下测力计示数F_1。

（2）将木块放在铁块上，用弹簧测力计水平匀速拉动铁块，记下测力计示数F_2。

实验结果：若$F_1>F_2$，说明木块下表面更粗糙；若$F_1<F_2$，说明铁块下表面更粗糙。

说明：本题考查设计实验方案的能力。滑动摩擦力的大小与压力大小和接触面的粗糙程度有关，要探究接触面的粗糙程度，需要控制压力大小相同，通过摩擦力的大小分析判断接触面的粗糙程度。

四、教学资源

（一）实验天地

1. 演示静止物体惯性

（1）实验器材

小车、平滑木板（附滑轮）、木块、水杯、细线、槽码（或重物）。

（2）实验方法

①将小车放在水平放置的木板上，把木块立在小车上，车端系一细线跨过板端滑轮，细线下悬挂槽码。

②用手把槽码托起一高度后放手，槽码下落后突然拉动小车，可看到车上木块向后倒下，如图8-14所示。

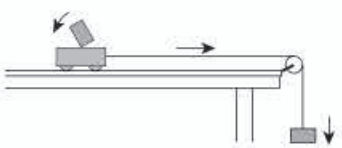


图8-14

③用盛水的水杯代替木块置于小车上，重复上述实验，可看到小车突然运动时，水杯中的水向车后泼出，如图8-15所示。

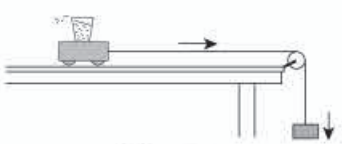


图8-15

实验表明，固体（木块）、液体（水）都具有惯性。

【注意事项】

①木块取窄长形的，当它立在车上时稳度较小，在小车突然运动时就容易倒下。杯子应取矮胖形塑料杯（可把塑料小瓶的上半部剪去代用），以防止小车突然运动时杯子向后翻。杯底要粗糙些，防止与车发生相对滑动。杯内水要基本盛满。

②小车突然运动时速度要大，这样效果明显。因此，槽码质量要大一些，上提高度也大一些，当槽码下落与小车发生作用时，小车就能获得较大速度。

2. 演示运动物体惯性

（1）实验器材

小车、平滑木板（附滑轮）、木块、表面光滑的金属块、水杯、细线、钩码。

（2）实验方法

①如图8-16所示，将小车放在平板左端，把木块立在小车上。小车一端系一细线跨过定滑轮，下端悬挂钩码，在板右端放一个障碍物。放开小车，小车向右做加速运动，当小车遇到障碍物而突然停止运动时，木块向前方倒下。

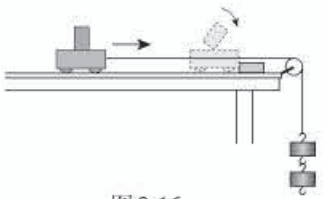


图8-16

②用光滑的金属块代替木块，放在车上，当小车突然停止运动时，金属块向前飞出，如图8-17所示。

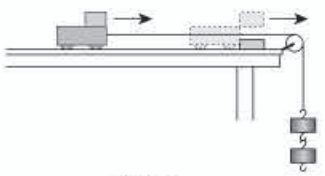


图8-17

③用水杯代替金属块放在车上，当小车遇障碍物突然停止运动时，水杯中的水向前泼出，如图8-18所示。

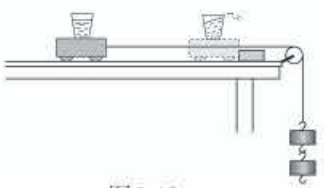


图8-18

实验表明，原来运动的物体（无论是固体还是液体），由于惯性，总要保持原来的运动状态，当小车受到阻碍而突然停止运动时，物体仍要向前运动。

【注意事项】

金属块底面应平滑，实验时放在小车右端。小车的细线下悬挂的钩码应重一些，小车加速运动距离也应长一些，使小车在遇到障碍物前有较大速度，当小车突然停止时，金属块才能向前飞出。但细线下悬挂的钩码也不能太重，否则，小车加速度太大，金属块不能随车一起运动。

3. 用物块演示二力平衡的条件

（1）实验器材

木板（约60 cm×45 cm，可用小黑板代替）、包装用硬泡沫塑料块（火柴盒大小）、钩码、滑轮、铁钉、彩线、缝衣针。

（2）实验方法

①如图8-19所示，用直径略小于滑轮孔径的铁钉把三个滑轮A、B、C分别钉在木板上，木板竖直挂起待用。

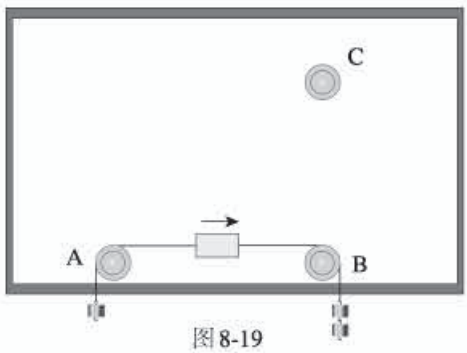


图8-19

②用大号缝衣针把细线沿塑料块的中心轴线穿过，并在紧靠塑料块的两侧各打一线结，使塑料块与细线固定在一起。

③将塑料块两侧的细线分别跨过木板上的A、B滑轮，线下端挂不同质量的钩码，松手后，塑料块由静止开始运动，如图8-19所示。

实验表明，作用在一个物体上的两个力，方向相反，但大小不等，则这两个力不平衡。

④按住塑料块，把跨过B轮的细线移到C轮上，在两线端挂上相同质量的钩码，松手后，塑料块由静止开始运动，如图8-20所示。

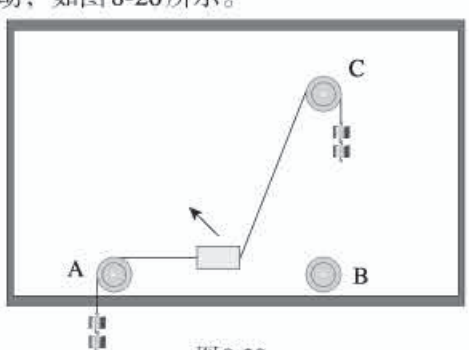


图8-20

把塑料块转过90°，如图8-21所示，松手后塑料块由静止开始转动。

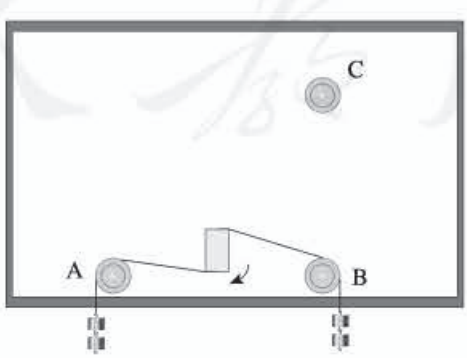


图8-21

实验表明，作用在同一物体上的两个力，如果仅仅大小相等，方向成某一角度或方向相反但不在同一直线上，这两个力不平衡。

⑤观察操作④中塑料块静止后的位置，分析它的受力大小、方向。再在细线两端同时增减同样的钩码，则无论把右侧细线跨过B滑轮，使细线沿水平方向拉塑料块，还是把右侧细线跨过C滑轮，使细线沿斜方向拉塑料块（图8-22），只要作用在一个物体上的两个力大小相等、方向相反，且作用于同一直线，则物体总能保持静止。从而分析得出二力平衡的条件。

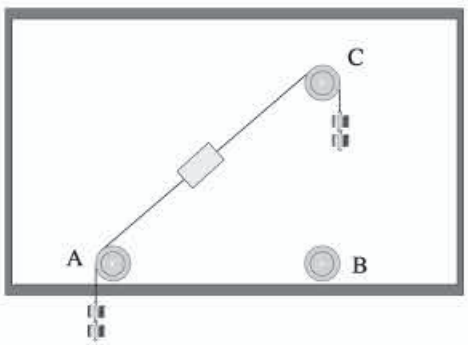


图8-22

【注意事项】

①物块必须取质量小的硬泡沫塑料块或硬纸片、软木块等。这样，其重力可忽略，只需讨论两侧细线拉力的关系。

②在演示物块所受的外力不平衡时，应先按住物块，让学生观察物块两侧所受拉力的大小、方向，再放手观察物块的运动。

③此实验取材简便（若无滑轮，可在钉子上套一小段玻璃管或小竹管），实验效果好，可根据学生情况编排成探究或验证性学生随堂实验。

（二）物理史话

1. 维持运动是否需要力

一辆小车停在地面上，如果不用力推它、拉它，或者不以任何其他方式影响它，它会一直停在那里。当我们用力推着小车的时候，小车就能够不停地向前运动，一旦不推了，小车就慢慢停下来。人们正是凭着这些常见的事实，认为要维持一个物体的运动，就需要不停地对它施加力的作用。

两千多年前，古希腊的学者亚里士多德（公元前384—前322年）曾断言，使物体维持恒定的运动（即速度不变），就需要恒定的外力作用于它。由于亚里士多德的观点符合人们日常经验的直觉印象，在他以后近两千年的时间里，人们一直认为这种观点是正确的。

但是，这种凭经验得出的结论正确吗？16世纪末，年仅26岁的伽利略，第一个向亚

里士多德提出挑战。

伽利略仔细观察研究过物体沿斜面下滑的实验（图8-23）。在实验中，小球从第一个斜面*AB*滚下后，就会沿着第二个斜面*BC*向上滚，但小球在第二个斜面上达到的高度略低于小球从第一个斜面滚下时的高度。伽利略认为，这是由于摩擦的缘故。伽利略推想，如果在完全没有摩擦的情况下，不管第二个斜面的倾斜度是多大，小球滚上第二个斜面的高度应该等于从第一个斜面滚下时的高度（图8-23中的*C*、*D*、*E*）；第二个斜面的倾斜度越小，小球滚动的距离就越远；如果第二个斜面的倾斜度等于0（图8-23中的*BF*），那么小球从第一个斜面滚下来后，就永远达不到起始高度，也就是说，小球将以均匀的速度在无限长的平面上永远运动下去。伽利略由此得出，维持物体的运动，并不需要外力。

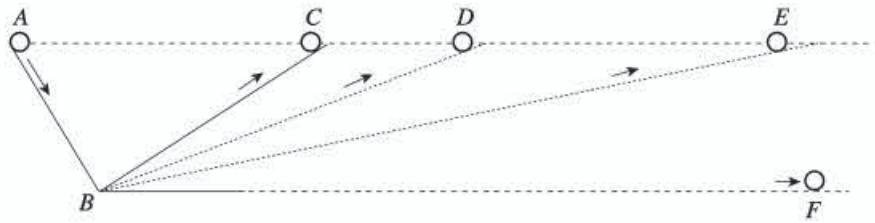


图8-23

17世纪以后，英国物理学家牛顿在伽利略研究的基础上，总结出了惯性定律，也就是牛顿第一定律。

牛顿第一定律告诉我们，物体在不受外力时，将保持它原来的运动状态，即原来静止的物体将保持静止，原来运动的物体将以不变的速度做匀速直线运动。

亚里士多德根据直接观察到的表面现象得出了错误的结论。伽利略通过实验和推理，想象出无摩擦的光滑水平面的理想实验，推断出小球不受外力作用时将以不变的速度永远运动下去。伽利略从实验出发，将逻辑思维和实验事实相结合，得出了维持运动不需要力的正确结论，推翻了人们信奉了近两千年的亚里士多德的错误观点。他还开创了运用实验研究物理学的科学研究方法。伽利略曾深有体会地说："追求科学需要特殊的勇敢！"

2. 牛顿第一定律的意义

牛顿第一定律是经过伽利略、笛卡儿到牛顿的几位杰出科学家的努力总结出来的自然定律。它否定了几千年来人们关于运动和力的错误观念，通过不受力作用的物体的运动状态的描绘，揭示出周围环境对物体施加的作用力是物体运动状态变化的原因。只有在此基础上才有可能进一步研究受力作用的物体运动变化的规律。所以牛顿第一定律的建立，在观念上是革命性的变革，在科学的动力学体系中是不可缺少的重要基础。

可以从以下几个方面深入理解牛顿第一定律的丰富内涵和它的重要意义。

（1）提出了力的概念

牛顿第一定律通过不受力的物体的运动状态的描绘，给出了力的概念。牛顿在表述他的第一定律前明确提出：力是对物体的作用，使物体改变静止或匀速直线运动状态。这就为力的概念给出了定性的、科学的定义。其要点之一是力的起源：力是物体对物体的作用

（牛顿第三定律进一步揭示物体间力的相互作用性质）。力存在于这种作用过程之中。其要点之二是力作用的效果：是使受力物体的运动状态发生变化，即产生加速度。

在运动定律方面牛顿超过伽利略的重要方面之一，就在于科学地定义了力这个重要概念。它使原来关于推、拉等力的模糊认识上升到科学概念，从而大大拓宽了人们对力的认识，拓宽了力的范围。

（2）惯性概念的确立

牛顿第一定律表明：每一个物体都具有保持静止或沿一直线做匀速运动状态的属性，这就是惯性。牛顿在陈述第一定律前的定义中，明确定义了惯性这一概念，他指出：惯性是一种起抵抗作用的能力，它存在于每一物体当中，使之保持其现有状态，或是静止，或是匀速直线运动。显然，这里所说的起抵抗作用的能力，是指对外界改变物体运动状态的作用的抵抗能力。

因此，惯性是物体固有的属性，不论物体是否受力都具有的性质。当物体没有受外力作用时，静者恒静，动者恒做匀速直线运动，是物体惯性的表现；当物体受到外力作用时，物体的惯性表现为对外界作用的“抵抗性”（此即牛顿所说“抵抗能力”的含义）。这种“抵抗性”在牛顿第二定律中将得到进一步的定量的阐明。

（3）定义了惯性系

参考系是判断动、静，描述物体运动的依据。人们可以任意选定一个参考系来对自己感兴趣的物体运动进行描述。对任一物体，不管它是否受力，都可以找到一个参考系，在此参考系中，该物体是静止的或做匀速直线运动的。可见，离开参考系谈牛顿第一定律是毫无意义的。

牛顿第一定律把“不受其他物体作用力”作为“物体继续保持静止或匀速直线运动”的条件，就界定了牛顿力学适用于一类特殊的参考系。这类特殊的参考系就是不受力作用的物体在其中静止或做匀速直线运动的参考系，称为惯性系。牛顿第一定律正是通过不受外界作用的物体的运动状态来定义惯性参考系的，从而使它成为整个力学甚至物理学的出发点。

牛顿在他的《原理》中对他讨论的运动构想的参考系是“绝对空间”。他声明他将讨论的运动是在“绝对空间”中的真正运动。在后面的“推论”中，牛顿又指出“在绝对空间中做匀速运动并不做任何转动的空间内，一切运动按同样方式进行”。牛顿所想象的绝对空间，是他设想的宇宙的不动的中心。从今天的观点看，绝对空间的观念是不对的，早已被否定了。但历史地看，三百多年前的牛顿要为他讨论的运动引入一个客观标准“绝对空间”，并吸取伽利略相对性原理，提出“在绝对空间中做匀速直线平动（无任何转动）的空间内”，运动定律同样成立，确实是很不容易的。这就把运动定律所适用的参考系由抽象的一个“绝对”，变为许许多多可供选择的具体参考系了（现代称之为惯性系）。爱因斯坦认为，牛顿引入绝对空间，对于建立他的力学体系是必要的。这是在那个时代“一位具有最高思维能力和创造力的人所能发现的唯一道路。”

（三）物理广角

1. 子弹的“动力”

在空中高速飞行的子弹有着惊人的杀伤力。那么，子弹为什么会在空中飞呢？

你也许会脱口而出：因为有一股力推着子弹，所以子弹能在空中向前飞呀。

这种认识是错误的。但是古代许多学者也认为，物体要运动必须靠力来维持。传说，有人曾问著名学者亚里士多德：“球被抛出去以后，手不再推它了，它为什么还向前运动？”这位著名学者没有给出圆满的回答。

运用牛顿第一定律可以解释子弹在空中飞行的问题。大家知道，子弹在枪膛里受到火药爆炸的强大推力，由静止变成了高速运动。子弹离开枪口以后，就不再受到推力了，子弹由于惯性将以离开枪口时的速度在空中向前飞行，这个飞行并没有外力来维持。倘若子弹不受空气阻力和重力，它将在空中一直匀速飞行下去。

为了寻找地球外的文明，科学家们向太阳系以外发射了空间探测器先驱者10号和先驱者11号，它们以非常大的速度冲出太阳系，依靠惯性在太空中遨游。探测器上带着包金的徽章，徽章上刻有人类和太阳系以及地球的示意图。每个探测器上都携带了一张唱片，上面录上了用60种语言说的问候辞，还有16幅图画，描绘了地球上的各种景物。将来也许会有一天，天外来客依据这个探测器上的信息到地球上来访问呢。别忘了，探测器是依靠惯性在太空中飞行的！

2. 摩擦力产生的原因

摩擦力产生的原因，即摩擦力的本质是什么？早在15世纪初开始研究摩擦现象时，人们就在探索这个问题了。

摩擦力产生在两个接触表面之间。我们用肉眼看到的光滑固体表面，当用放大镜观察时，就会发现其表面是凸凹不平的，好像布满了高峰山谷一般。经过车床加工的金属表面，峰高可达5 μm；再经过仔细研磨，峰高可以减至0.1 μm。但这相对于原子尺度仍然是很大的。因此，当两个物体相互接触时，真正接触的只是物体表面的峰丘。在这些真正接触的区域内，两个接触表面的原子非常接近，原子之间具有非常强的相互作用力。在接触点以外的其他区域，两物体表面的原子之间的距离比较大，这些原子之间的相互作用力比较弱，与真正接触区域相比可以忽略不计。而接触区域的面积之和要比物体表观面积小得多。

当两个接触面发生相对滑动的时候，势必要以剪切的方式破坏原来所有的接触点，使两个接触表面的凸起部分相碰撞而产生断裂、磨损，从而形成了对物体运动的阻碍。平行于接触表面而使接触点破坏所需要的剪切力，就等于摩擦力。

两物体表面开始接触时是一种点接触。在法向正压力的作用下，这些接触点的凸起部分产生形变，从而使接触面积增大。坚硬的材料使其产生这种形变比较困难，即产生等量的形变需要更大的压力。所以，两个物体表面真正相接触的面积大小，与所施加的法向正

压力成正比，与相接触材料的硬度成反比。

摩擦因数μ等于摩擦力F_f与法向正压力F_N的比值，即$\mu=\frac{F_f}{F_N}$。摩擦因数μ同两个物体的表观接触面积和滑动速度等因素无关。实验结果表明，对于一般机械加工的表面，摩擦因数μ同物体的表面粗糙程度无关；对于很粗糙的表面，因接触面凸与凹部分交错啮合，会使摩擦因数μ增大；对于非常光滑的表面，尤其是特别清洁的表面，由于真正接触面积增大和接触点黏结强度提高，所以摩擦因数μ也会增大。表面越光洁，摩擦因数μ也越大，这同人们一般的常识不同。

第九章
压　强

一、《课标》要求及课时建议

（一）《课标》要求

2.2.7　通过实验，理解压强。知道日常生活中增大和减小压强的方法。

2.2.8　通过实验，探究并了解液体压强与哪些因素有关。知道大气压强及其与人类生活的关系。了解流体的压强与流速的关系及其在生活中的应用。

（二）课时建议

第1节	压强	1课时
第2节	液体的压强	2课时
第3节	大气压强	1课时
第4节	流体压强与流速的关系	1课时

二、编写意图

（一）本章概述

压强是初中物理课程中一个重要概念，它是体现压力作用效果的重要物理量之一。压强不仅和人们的生活密切相关，而且是材料力学、热力学中的核心概念。《课标》中属于理解层次的内容要求只有四条，压强是其中一条，可见压强在初中物理课程中占有重要地位。

在第七章学生学习了力的概念，知道力的三要素，知道施力物体和受力物体，知道产生形变是力的一种作用效果。本章第1节学生开始认识压力的方向和大小，明确压力是作用在受力物体的支承面上，同样的力作用在不同的面积上，其产生的效果不同，因此有必

要引入压强的概念。

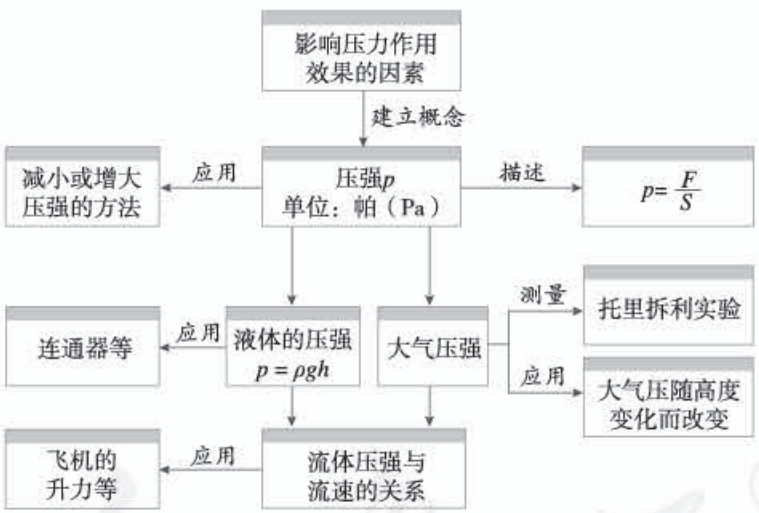
教科书在介绍了一般性的压强概念后，分别介绍了液体的压强和气体的压强，并进一步研究了液体中压强的特点。液体压强的内容是学生学习下一章浮力内容的基础，气体的压强也是很重要的内容。学习过这些内容后，学生就能够明白许多生活中有关的问题。

与速度、密度的定义方法相同，压强的定义采用的是比值定义法。第十一章“功和机械能”中学生还将学习另一个用比值定义的物理量——功率。学生形成速度、密度概念的过程，为本章压强概念的学习打下了基础。同样，理解压强概念，反过来也有助于速度、密度概念的巩固、深化。

本章的章首图展示的是我国蛟龙号载人潜水器照片，它于2012年成功潜入7 km级深海，使我国具备了载人到达全球99%以上海洋深处进行作业的能力。蛟龙号标志着我国不仅在潜海的深度上达到了国际领先水平，而且在海底载人科学研究和资源勘探能力等方面也都步入了世界领先行列。

教学中通过引入蛟龙号潜水器，既可以使学生了解液体压强的应用，更能培养学生理论联系实际及关注科技发展的意识。

本章内容结构如下。



（二）理解压强

怎样让学生理解压强？怎样合理把握理解的程度？教科书通过四个过程来实现对压强的理解。

1. 感知压力作用的效果

在感知压力作用的效果时，教科书选择了从自然现象的观察和思考入手，增加雪地情景对比（图9-1），使问题的指向性更明确，即两人对雪地



图9-1

压力作用的效果显著不同。之后，在“想想议议”栏目中提供蚊子尖细的口器和骆驼宽大脚掌的照片，并提出问题。分析为什么小小的蚊子能轻而易举地用口器戳破人的皮肤，而骆驼巨大的身躯压在沙层上却不会深陷沙中，让学生在感知压力作用效果的同时，领略自然界的美妙与和谐。

2. 比较压力作用的效果

压力作用的效果仅凭感知是不够的，原因是学生的思维仍停留在猜想、推测状态，要完成认识上的飞跃，需要在此基础上通过实验检验他们的猜想。

3. 压强概念的引入

在学生顺利完成感知、比较两个认识过程的基础上，通过分析、归纳和总结可以明确，压力作用的效果取决于相同面积上压力的大小。这就容易使学生认识到，新概念的引入需要用两个物理量的比值来完成，数值上表现为单位面积上所受的压力的大小。

4. 压强的应用

压强的应用主要反映在如何根据压强公式，讨论生活实践中增大或减小压强的问题。教科书增加了以安全教育为目的的破窗锤等实例，同时根据许多公路的路面被超载货车压坏的社会现象，指出交通管理部门的相关规定，选用一幅多轴货车的照片展现有关信息。教科书通过这些内容，使学生在学习物理知识的同时，实现《课标》提出的“关注科学技术对社会发展、自然环境及人类生活的影响，有保护环境及可持续发展的意识”的目标要求。

完成上述四个过程之后，学生对压强概念会有一定的理解。为使学生进一步巩固对压强概念的认识，教科书接着做了三件事：一是通过实验研究液体内部压强的特点，并理论推导液体压强的公式；二是通过空气和液体都具有流动性的对比，把对液体压强的研究拓展到对大气压强的研究；三是从研究静止流体压强的规律拓展到研究运动流体压强的规律。通过这样步步深入，学生将获得对固体压强、液体压强、大气压强、运动流体压强的全面认识，形成合理的知识结构。

（三）认识液体内部压强的特点

《课标》对液体压强增加了“通过实验，探究并了解液体压强与哪些因素有关”的内容要求，其中既有实验探究的要求，又有知识方面的要求。教科书在处理方式上没有太大变化，仍立足于让学生经历感知液体压强的存在、实验研究液体内部压强的特点、理论推导液体压强公式、认识液体压强的应用——连通器四个过程，但是有一些细微的调整。

1. 感知液体压强的存在

将原来的“想想议议”栏目改为“想想做做”栏目，目的是增加学生的切身体验，培养他们的实践意识。如果这项实践活动在课堂上不方便实现（有实验室的学校可以实现），可以让学生事先在家中体验。

2. 实验研究液体内部压强的特点

与以往处理思路相同，教科书用液体压强计演示研究液体内部压强的特点。把探头放

进盛水的容器中，看液体内部是否存在压强；改变探头的方向，看液体内部同一深度处各方向的压强是否相等；把探头放进容器的不同深度处，看液体内部压强是否变化，怎样变化。

教科书中压强计的作用是相对比较所探测压强的大小，并不是为了得到所测压强的绝对值。教科书的陈述是："U形管左右两侧液面就会产生高度差，高度差的大小反映了薄膜所受压强的大小。"教科书选用"反映"一词，说明演示实验中能定性比较、明确测量量的转换即可。这种转换是薄膜所受压强的大小转换为U形管左右两侧液面产生的高度差。液体压强越大，高度差越大。（注意：压强计的示数不等于液体压强的大小。）

3. 理论推导液体压强公式

教科书在液体中选取长方体液柱为研究对象（图9-2）。这样处理，一方面避免了大气压强的影响；另一方面，可以有效地提高学生的理性思维能力。

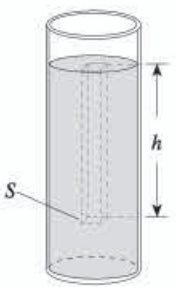


图9-2

4. 认识液体压强的应用——连通器

教科书在"想想议议"和"动手动脑学物理"栏目中选取了贴近学生生活的反水弯、地漏等内容，目的是使学生具有将所学的物理知识与生活实际相结合的意识。

（四）物理量的大小生活化、形象化

教科书不仅重视用合理的知识结构来落实《课标》的知识与技能目标，同时关注过程与方法、情感·态度·价值观目标的落实，实现三维目标的融合。其中一个做法是把物理量的大小生活化、形象化。

本章章首语中写道："有人说，设想你在7 km深的蛟龙号潜水器中把一只脚伸到外面的水里，海水对你脚背的压力相当于1 500个人叠起来踩在你的脚上！海水的压力果真有这么大吗？"这个设问不仅可以使学生认识液体压强究竟有多大，而且可以激发他们的学习兴趣和求知欲。在学完液体压强的计算公式后，教科书将章首语的问题设计成例题进行分析和解答。在分析中，让学生学会怎样对物理量进行合理的估算等。解答的结果，居然真的是相当于1 500个人叠起来踩在脚上的压力。这是令人震撼的结果，它让学生体会到我国研制蛟龙号潜水器的巨大成就，激发他们的民族自豪感，鼓舞他们对科学的学习热情。

与此相同，教科书在"科学世界"栏目"三峡船闸——世界上最大的人造连通器"一文中，也用了生活化、形象化的手法描述三峡船闸的闸门所受水的压力之大，"倘若门外的水压在闸门上，设想有10万人每人都用1 000 N的力来顶着门，也抵挡不住水的压力"。

教科书的这种设计把液体压强和压力计算的知识目标、激发学生学习兴趣和增强民族自豪感的情感目标、经历对物理量大小进行正确估算的过程目标结合在一起，实现三维目标的融合。

（五）提供扩展性实验样例

本章第4节课文后，教科书提供了一个扩展性实验样例：用传感器研究气体流速与压强的关系。这个实验通过数字化实验技术得到气体流速越大，压强越小的结论。教科书图9.4-5中，抽气机接在通气管的左边，空气是从管子的右边向左边流动的。一般的感觉是，右边空气的压强会大些，左边的压强会小些，空气由压强大的地方向压强小的地方流动。但实验结果并非如此，而是流速小的左边空气压强更大。

三、教材分析与教学建议

第1节　压强

（一）教学目标

1. 能通过实验，探究压力作用的效果跟压力的大小和受力面积的关系。

2. 能描述压强概念的建立过程。能熟练写出压强公式、单位，并能用压强公式进行简单计算。

3. 会应用压强公式分析增大或减小压强的具体方法，并能解释与压强有关的物理现象。

（二）教材分析与教学建议

通过第七章“力”的学习，学生已经知道，力可以使物体产生形变或改变物体的运动状态。就压力而言，它使物体产生形变的作用效果，不仅跟压力的大小有关，还跟物体所受压力的受力面积有关。为了描述压力作用的效果，在物理学中引入了压强这个物理量。压强是力学中的一个重要概念，是对压力作用效果的进一步描述，它会成为后续认识浮力产生的原因等知识的基础，更是初中物理课程的重要教学内容。

本节由“压强”和“怎样减小或增大压强”两部分内容构成。两部分内容彼此关联，只要学生对压强的概念理解到位，就能顺利解决减小或增大压强的问题。压强概念的形成是本节教学的重点，解决的关键是引导学生感知压力作用的效果、比较压力作用的效果、学会用比值定义法引入压强的概念，并能用压强知识解释有关的物理现象。本节的节首图

就是通过情感体验创设情境、提出猜想，引领学生感知压力作用的效果的。

教学中，可以引导学生结合实例分析计算，或从多角度设计实验，帮助学生理解压强跟压力大小和受力面积的关系。这样，学生在进一步应用压强的知识解决实际问题时才能得心应手，并为学习液体压强和大气压强作好铺垫。

多数学生学习本章时会感觉困难，原因是涉及的知识多、综合性强，既要有实验探究的思路，又要有理性思维，而学生又缺少压强方面的生活体验，所以建议教师切不可急于求成。

1. 压强

压强的概念是为表征压力作用的效果而引入的。因此，理解压强概念的关键在于探究影响压力作用效果的因素。

（1）虽然学生对压力作用的效果跟压力的大小有关有生活体验，但许多学生容易混淆压力与重力，认为压力作用的效果跟重力有关。因此，教师有必要将压力和重力稍加比较，以使学生正确认识压力的概念。

教学片段　认识压力

1. 展示图9-3所示的人沿水平方向用力推物块的情景。

分析可知，物块所受的压力F垂直于竖直墙面，物块所受的重力方向竖直向下，所以F跟重力G相互垂直，两者没有关系。

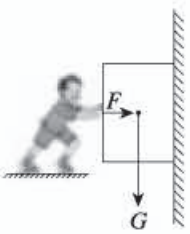


图9-3

2. 展示压力和重力的主要区别。

		压力	重力
区别	定义	垂直作用在物体表面的力	由于地球吸引而使物体受到的力
	产生原因	推、挤、压等都能产生	地球吸引
	方向	垂直受力面指向被压物体	竖直向下
	作用点	作用在被压物体表面	重心

这个教学片段通过展示，解决学生容易混淆压力和重力的问题，为压强的教学扫除障碍。

（2）学生往往对压力作用的效果跟受力面积有关缺乏感性认识，因此教科书作了许多铺垫。从本节一开始的滑雪场景到“想想议议”栏目中的两个实例，都给学生提供压力作用的效果跟受力面积有关的情境。教师可以再举出一些学生熟悉的实例，让他们感知压力作用的效果不仅跟压力的大小有关，还可能跟受力面积有关。

在探究过程中，教师可以引导学生自主设计实验。设计实验时应注意引导学生解决以下三个问题：

① 如何体现压力作用的效果？

② 如何改变压力的大小和受力面积的大小?

③ 设计和进行实验时要控制哪些变量?

教师处理以上问题时不应包办代替，要给学生展示的机会，让他们有真实、深刻的感受。尽量给不同小组提供包括生活中常用的物品在内的各种不同器材，使学生逐渐意识到生活中的很多物品都是很好的探究器材。

教科书对于探究影响压力作用效果的因素的实验，给出了细致、具体的描述，学生易于操作。教师可以让学生在此基础上通过实验检验自己的猜想。

教学片段　探究影响压力作用效果的因素

引导学生利用生活中常用的物品开展实践体验活动。

实践体验

取一支削尖了的铅笔，用两个手指按压笔尖和笔尾（图9-4），两个手指感觉有什么不同?（实验时不要用力过猛，以免伤到手指。）



图9-4

结合教科书提供的实例，以及学生的切身体验，帮助学生作好科学猜想的思维上的准备，即压力作用的效果不仅与压力的大小有关，还可能跟受力面积有关。

进行实验，收集证据

按照教科书图9.1-3所示的实验进行实验。

实验1　把小桌腿朝下放在海绵上，观察海绵被压下的深浅;

实验2　在小桌面上放一个重物，观察海绵被压下的深浅;

实验3　把小桌翻过来，桌面朝下，并在其上放一个重物，观察海绵被压下的深浅。

分析论证，得出结论

对比实验1、实验2，总结压力作用的效果跟压力大小的关系。

实验1和实验2的受力面积相同，压力不同，海绵被压下的深浅不同，表明压力作用的效果不同。受力面积相同时，压力越大，压力作用的效果越明显。

对比实验2、实验3，总结压力作用的效果跟受力面积的关系。

实验2和实验3的压力大小相同，受力面积不同，海绵被压下的深浅不同，表明压力作用的效果不同。压力相同时，受力面积越小，压力作用的效果越明显。

这个教学片段注重学生的实践体验，让学生经历运用控制变量的方法检验自己的猜想的实验探究过程，总结出压力作用的效果跟压力的大小和受力面积两个因素有关，为压强概念的引入作好认识上的准备。

在压强概念的教学中，可以引导学生回顾速度概念的定义方法（反思的过程要充分），并展开讨论：在比较物体运动的快慢时，要求控制时间相同或者路程相同；同样道理，比较压力作用的效果时，需要控制受力面积相同或者压力的大小相同。物理学中用比值定义

的方法，通过比较相同受力面积下压力的大小，即物体所受压力的大小跟受力面积之比，引入压强的概念及公式。压强的数值等于物体单位面积所受的压力。压强越大，压力产生的作用效果越明显。这样处理可以使学生加深对压强概念的理解，为后续学习功率等概念打下基础。

2. 怎样减小或增大压强

《课标》中要求知道日常生活中增大和减小压强的办法，教科书则从生产、生活中常见的现象入手，让学生结合“想想议议”中的四幅图思考问题。教科书在分析各生活实例时着眼点在措施和方法上，目的是引导学生注意观察、勤于思考，提高他们应用物理知识解决实际问题的意识和能力，落实“从生活走向物理，从物理走向社会”的课程理念。

教学中要注意引导学生利用压强公式进行分析，说明压强与压力或受力面积之间的关系，从而归纳出增大或减小压强的办法。

教学片段　怎样减小或增大压强（视频）

列举教科书中或其他生活、生产中实例，引导学生根据压强公式 $p=\frac{F}{S}$ 进行分析。

1. 如果实例是要增大压强的，人们采取的措施主要考虑两个方面：一是增大压力；二是减小受力面积。

实例1　手按图钉，一是通过增大压力，二是通过减小受力面积来增大压强。

实例2　破窗锤的敲击端做成锥状，目的是通过减小受力面积来增大压强。

……

2. 如果实例是要减小压强的，可以考虑减小压力或者增大受力面积。

实例3　货车超载，容易把公路的路面压坏。要保护路面就必须减小货车对路面的压强，减小的办法是减小承载量，即减小货物对地面的压力。

实例4　推土机用宽大的履带来支承，是通过增大受力面积来减小压强的。

……

上述教学片段中，解释现象可以采用以下方法：先给出原理或公式，再控制某个物理量不变，然后阐明另外两个物理量之间的关系。

（三）“动手动脑学物理”参考答案及说明

1. 50 kg某同学对地面的压强

$$p=\frac{F}{S}=\frac{G}{S}=\frac{mg}{S}=\frac{50\ \text{kg}\times 10\ \text{N}\cdot\text{kg}^{-1}}{68\times 4\times 10^{-4}\ \text{m}^2}=1.8\times 10^4\ \text{Pa}$$

说明：本题属于增强学生实践意识的题目，主要考查学生估测、收集数据、处理数据的能力，以及能否用压强公式进行简单的计算。对体重的估计因人而异，只要合理即可。

2. 根据$p=\frac{F}{S}$，在压力F相同时，受力面积S越小，压强p越大。锯、剪刀、斧头等工具使用一段时间后受力面积S变大，磨一磨，可以减小它们的刃部的受力面积，从而增大压强。

同理可知，书包用宽的背带可以增大受力面积，减小压强，背起来舒服。

啄木鸟的坚硬而细长的喙可以减小受力面积，增大喙对树皮的压强，有利于它啄破树皮觅食。

3. 根据$p=\frac{F}{S}$，因为骆驼的体重大约是马的1倍，而脚掌面积是马的3倍，所以骆驼对地面的压强仅是马的$\frac{1}{3}$，因此它在沙漠中行走与马比较不容易陷进去。

4. 手对图钉帽的压强 $p=\frac{F}{S}=\frac{20\,\mathrm{N}}{0.8\times10^{-4}\,\mathrm{m}^2}=2.5\times10^5\,\mathrm{Pa}$。

图钉尖对墙的压强 $p=\frac{F}{S}=\frac{20\,\mathrm{N}}{5\times10^{-8}\,\mathrm{m}^2}=4\times10^8\,\mathrm{Pa}$。

说明：第2、3、4题主要考查学生能否熟练地运用压强公式进行简单的计算。题目的设计有助于引导学生将科学知识应用于日常生活、社会实践中，增强物理知识服务于生活的意识。

（四）补充练习

1. 质量为45 kg的某同学站在水平地面上，两脚与地面的总接触面积为300 cm^2，则他对地面的压强p_1=_____Pa。若他走路时对地面的压强为p_2，则有p_1_____p_2（填“>”“<”或“=”）。

答案：1.5×10^4；<

2. 一箱用长方体纸箱包装的牛奶放在水平桌面上，要求测出这箱牛奶对桌面的压强，请你完成下列问题。

（1）选择生活中的测量工具进行测量，请写出所需测量工具的名称。

（2）写出每种测量工具直接测出的物理量名称。

（3）用（2）中测出的物理量，计算出这箱牛奶对桌面的压强（可以用文字叙述）。

答案：（1）台秤、刻度尺。

（2）用台秤测出整箱牛奶的质量，用刻度尺测出纸箱与桌面接触面的长和宽。

（3）通过整箱牛奶的质量计算出重力，可以得知桌面所受的压力，利用接触面的长和宽计算出受力面积，根据$p=\frac{F}{S}$计算出压强。

3. 在滑雪场，同样体重的步行者腿脚深陷雪中，而滑雪者却如履平地，为什么？

答案：根据$p=\frac{F}{S}$，在压力相等的情况下，滑雪者受力面积大，对雪的压强小。

4. 某中学操场积雪深达14 cm，求雪对操场的压强（$\rho_{雪}=0.2\times10^3\ \mathrm{kg/m^3}$）。雪后降温、路面结冰对交通安全会造成较大的影响。请根据所学物理知识，提出两条雪天预防道路交通事故的可行措施（只提措施，不解释）。

答案：$p=\frac{F}{S}=\frac{G}{S}=\frac{mg}{S}=\frac{\rho Vg}{S}=\frac{\rho Shg}{S}=\rho gh=0.2\times10^3\ \mathrm{kg/m^3}\times10\ \mathrm{N/kg}\times0.14\ \mathrm{m}=280\ \mathrm{Pa}$

在雪面上撒盐、沙子、炉灰，车轮安装防滑链，及时铲雪等。

说明：第3、4题主要考查学生能否应用压强公式解释现象以及进行简单的计算。题目的设计有助于引导学生将科学知识应用于日常生活、社会实践中，增强物理知识服务于生活的意识。

第2节　液体的压强

（一）教学目标

1. 经历探究液体压强的特点的实验过程，认识液体压强与液体深度和密度的关系，能准确陈述液体压强的特点。会利用液体压强的特点解释有关现象。

2. 能熟练写出液体压强公式，并能进行简单计算。

3. 能说出连通器的特点，并能举出一些常见连通器的实例。

（二）教材分析与教学建议

物质的存在状态不同，压强表现的特点也不相同。压强的概念应该包含固体压强、液体压强和气体压强。本节从液体具有流动性和受重力作用出发研究液体压强的特点。液体压强知识的综合性较强，它是在学习了密度、力、平衡力和压强的基础上展开的。这些知识又为后面浮力的学习奠定基础。

本节由“液体压强的特点”“液体压强的大小”和“连通器”三部分内容构成，重点是液体压强的特点和液体压强的大小。为了能让学生有直观的感性认识，较好地理解液体压强的特点，建议教师组织学生经历探究液体压强特点的实验过程。教科书引导学生在通过实验定性研究液体压强特点的基础上，结合建立的物理模型进行分析，推导出液体压强跟液体深度和液体密度的定量关系。这种从定性到定量的认识过程，有助于深化学生对液体压强特点的理解。本节的难点是应用液体压强特点和液体压强公式解决实际问题。

教科书设置了连通器内容，体现了液体压强知识在生产生活中的重要作用。建议教师通过对我国三峡船闸的介绍，对学生进行情感态度与价值观方面的教育。

1. 液体压强的特点

学生理解液体压强的特点很困难。虽然生活中有很多与液体压强相关的实例，但学生

想到的只是力，不会联系到液体压强，对液体压强的特点就更没有经验可谈，尤其是液体的流动性决定液体向各个方向都有压强的特点。教学中，应力求通过实例和实验帮助学生构建对液体压强特点的感性认识。

液体内部存在压强　从固体压强过渡到液体压强时，液体内部是否存在压强是学生遇到的第一个难点。要想让学生确认液体存在压强，就要通过液体对物体产生的作用效果来反映。怎样把这种作用效果反映出来呢？

教学片段1　液体内部存在压强

实验　如图9-5所示，选取一柱状容器，在容器口插入胶管（或玻璃管），分别在容器的上表面、侧面和底部钻孔。先用胶带封住这些小孔，再将水沿管注入容器中，让水面高出容器口一段高度，同时扯下胶带，观察水喷射的情况。

分析　水从底部流出，说明液体内部有向下的压强；水从容器侧壁的孔中喷出，说明液体对侧面有压强；容器上表面有水向上喷出，说明液体内部也有向上的压强。

实验结果表明，液体内向各个方向都有压强。

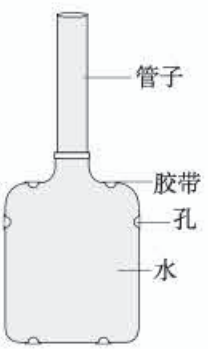


图9-5

教学片段2　液体内部压强的方向

实验1　在塑料瓶侧壁、底部扎几个小孔，将水装入瓶中，观察水喷射的情况。

实验2　将底部和侧壁套有橡皮膜的空塑料瓶竖直压入水中（图9-6），观察橡皮膜的变化情况。

分析　实验1塑料瓶中的水从不同方向的孔中喷出，表明液体对容器壁、底部都有压强。实验2中竖直向下按压瓶子时，底部和侧壁的橡皮膜向瓶内凹，表明水对塑料瓶底部和侧壁都有压强。

综合以上各实验结果，液体内部向各个方向都有压强。

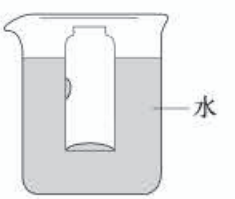


图9-6

教学片段1旨在通过对比实验，使学生直观地认识液体压强的存在，以及上表面存在压强。教学片段2旨在通过实验，使学生确认液体内部存在压强，并体验液体向各个方向都有压强。实验1和实验2是从不同的角度来呈现液体内部存在压强这一事实的，这会为后续液体压强大小的研究奠定基础。

液体压强的定性描述　液体压强的特点是本节教学的重点。怎样定性描述液体压强的大小呢？建议教师引导学生共同完成教科书中研究液体内部的压强的演示实验。在此之前，教师要为学生猜想“液体压强的大小可能与哪些因素有关”提供相应的情境。

教学片段　液体压强的大小可能与哪些因素有关

猜想1　潜水越深，需要的装备越坚固，液体压强的大小可能跟深度有关。

猜想2　水越多，重力越大，液体压强的大小是否跟液体质量有关？

……

检验　取两只粗细不同、瓶嘴大小相同的塑料瓶去底，在瓶嘴上扎橡皮膜，将其倒置，向两瓶中装入等质量的水（图9-7），观察橡皮膜向外凸出的情况。

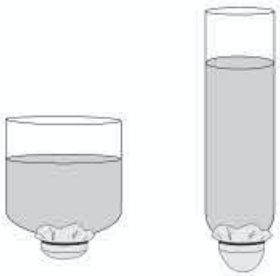


图9-7

可以看到，橡皮膜凸出的程度不同，细塑料瓶橡皮膜凸起得更大些。结果表明，等质量的水对底部的压强不同，液体压强的大小与液体质量无关，而与液体深度有关，深度越大，压强越大。

测量液体内部的压强

1. 把压强计的探头浸入水中一定深度，把探头橡皮膜分别朝下、朝左、朝右、朝上，观察并记录U形管两端液面的高度差。

2. 增大探头在水中的深度，观察并记录U形管两端液面的高度差。

3. 换用不同的液体（浓盐水），在深度相同时，观察并记录U形管两端液面的高度差。

温馨提示：U形管左右两侧液面产生的高度差，只能反映液体所受压强的相对大小。

分析　在液体内部的同一深度，向各个方向的压强都相等。深度越大，压强越大。液体内部压强的大小还跟液体的密度有关，在深度相同时，液体的密度越大，压强越大。

这个教学片段旨在为学生提供猜想的空间，引导学生检验自己的猜想，并借助测量工具进行半定量测量。虽然教科书将这个实验设计成演示实验，但如果条件允许，最好采用学生分组实验。如果学校缺少压强计，教师可以用去底的饮料瓶和橡皮膜制作简易的压强计替代。

2. 液体压强的大小

通过以上实验探究，已经得出液体压强的大小跟液体的深度、液体的密度有关，那么，液体在某一深度的压强究竟有多大？

为了研究液体在某一深度处压强的大小，教科书采用建立物理模型的方法，自液面沿竖直方向选取一个长方体的液柱作为研究对象，采用压强的定义式，结合重力、质量、密度等知识进行理论推导。对学生来说，这是一个全新的处理物理问题的方法体验，教师需要根据学生的实际情况给予指导。为降低难度，可以把整个推导过程分解成多个思维层次。

教学片段　推导液体压强的公式

▼明确研究对象——液柱。

▼根据压强的定义式，液柱对所设想平面的压强等于什么？

▼液柱对平面的压力与液柱的重力有什么关系？

▼液柱所受重力的大小等于什么？

▼根据液柱的质量与密度、体积的关系，以及体积与底面积、深度的关系，得出液体压强的公式。

实施这个教学片段的过程中，要注意给学生留有交流讨论的时间，让学生的思维逐渐过渡，直到最后能推导出液体压强的公式。只有这样才能加深学生对公式的理解，为后面的进一步应用打好基础。

3. 连通器

虽然生活中连通器的应用比较普遍，但学生并不清楚它的特点。教师应展示实物，让学生认识什么是连通器。为了更好地体现液体压强的应用，教师可以引导学生利用液体压强和平衡力的知识分析连通器里的液体不流动时，各容器中的液面高度总是相同的原因。

教学片段　分析连通器水面相平的原因

演示　如图9-8所示，用玻璃管和胶管自制连通器，移动其中一个玻璃管，使它升高、降低、倾斜。观察水静止时有什么特点。

模型　设想在图9-9所示的连通器底部有一个“液片”，分析液体不流动时，它两侧受到的压力和压强的情况。

分析　液体不流动时，“液片”处于平衡状态，两侧受到的压力相等，压强也相等，两侧液面的高度相同。

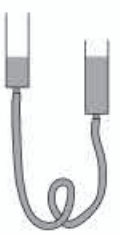


图9-8



图9-9

这个教学片段有学生体验活动，有模型的建立，有分析论证，实施中要注意给学生思考的机会。它将为“想想议议”栏目中的讨论打下基础，能让学生认识到连通器的重要作用及其为生产、生活带来的方便。

船闸是连通器的典型应用，尤其三峡大坝的船闸，也是对学生进行情感态度价值观教育的好素材。分析轮船通过船闸的过程对学生来说是难点，教师要充分利用挂图、动画、视频等方法调动学生的思维，把船闸利用连通器工作的原理形象地展示出来，以便学生突破难点。

（三）“动手动脑学物理”参考答案及说明

1. 因为液体内部向各个方向都有压强，液体压强随深度的增加而增大，所以每次橡皮膜都向内凹，而且第二次凹进得更多。

2. 根据$p=\rho gh$，由于两个容器中所盛的液体密度相同，右边的容器中液体的深度大，所以右边容器底受到的压强大。

说明：第1、2题主要考查学生能否根据液体压强特点或液体压强公式，进行定性或定量的分析。

3.（1）在容器的左、右两部分装入不同深度的水，会看到橡皮膜凹向深度小的一侧。

（2）在容器的左部分装入水，右部分装入相同深度的酒精，会看到橡皮膜凹向酒精的一侧。

说明：本题主要考查学生能否通过实验，探究并了解液体压强与哪些因素有关。学生需要将所学知识灵活应用于生活实际，并且选取生活中常见而且实验效果明显的液体进行实验。

4. 液体压强随深度的增加而增大，拦河坝随着深度的增加受到水的压强也增大，在单位面积上受到的压力也随之增大。拦河坝设计成下宽上窄的形状，可以使它随着深度的增加承受的压力也增大。

$p=\rho gh=1.0\times10^3\ \text{kg/m}^3\times10\ \text{N/kg}\times125\ \text{m}=1.3\times10^6\ \text{Pa}$

说明：本题主要考查学生对液体压强与深度关系的理解及液体压强的计算。一方面，有助于学生应用知识解决实际问题，另一方面使学生对深度的含义有更深刻的认识。

5. 这种地漏的结构是一个“扣碗”倒扣在存水杯上，存水杯与下水管连接。当存水杯中的水满后，由连通器原理可知，水就会从下水管流出，而下水管中的异味则不能通过地漏进入室内，从而达到密封的效果。

（四）补充练习

1. 如图9-10所示，甲、乙分别是两种液体内部压强与深度关系曲线。设液体甲的密度为$\rho_{甲}$，液体乙的密度为$\rho_{乙}$，则$\rho_{甲}$和$\rho_{乙}$的关系是（　　）

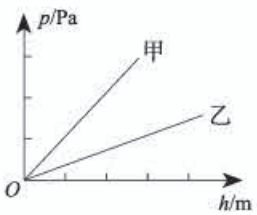


图9-10

A. $\rho_{甲}=\rho_{乙}$　　B. $\rho_{甲}>\rho_{乙}$

C. $\rho_{甲}<\rho_{乙}$　　D. 无法确定

答案：B

2. 图9-11所示是某栋房子供水的水路示意图，放水时水龙头与水塔构成了一个_____。若将水龙头（型号相同）单独打开并将开关旋至最大，则___（填“甲”或“乙”）水龙头出水速度大。

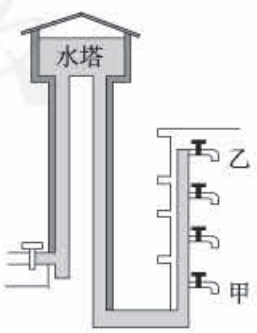


图9-11

答案：连通器；甲

3. 打开水坝的闸门时，液体压强使坝底的水奔流而出，那么决定坝底水的压强大小的是（　　）

A. 坝的宽度　　B. 水的体积

C. 水的深度　　D. 坝的高度

答案：C

4. 如图9-12所示，水平地面上甲、乙两圆柱形容器中的液面相平，A、B、C三点液体的压强分别为p_A、p_B和p_C（$\rho_{酒精}=0.8\times10^3\ kg/m^3$）。

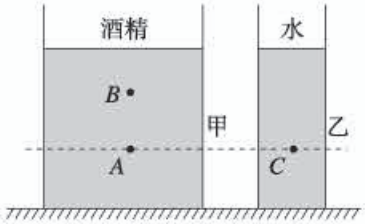


图9-12

（1）p_A、p_B和p_C的大小关系是_____。

（2）要使水在C点的压强p_C变小，可以采取的做法是_____（写出一种即可）。

答案：（1）$p_B<p_A<p_C$　（2）倒出适量水（其他答案合理均可）

5. 小明和父母一起外出为家里添置家具。在商场中，既美观又实用的茶几鱼缸引起了他们的注意。这个鱼缸的一些参数如下表所示。现在鱼缸中装满水，求：

长×宽×高/m^3	$1.2\times0.7\times0.53$
净重/kg	30
水容量/L	120
支撑柱个数	4
每个支撑柱与地接触面积/m^2	1×10^{-2}

（1）水面下0.2 m处水的压强是多少？

（2）装满水后，鱼缸对地面的压强是多少？

答案：（1）2×10^3 Pa　（2）3.75×10^4 Pa

第3节　大气压强

（一）教学目标

1. 通过观察、实验，检验大气压强的存在。能通过实例说出大气压在生产、生活中的应用。

2. 能简单描述托里拆利实验，能说出标准大气压的数量级，能说出大气压随高度变化的规律。

3. 能说出液体沸点跟气压的关系。

4. 了解活塞式抽水机的工作过程和原理。

（二）教材分析与教学建议

由于气体看不见、摸不着，气体的压强也容易被人们忽视。人类生活在大气层中，依赖大气生存，因此有必要学习大气压强，了解大气压强在生产、生活中的重要作用。本节分“大气压强的存在”和“大气压的测量”两部分内容。大气压强的存在是本节教学的重

点，也是难点。由于刚学完液体压强，教师可以引导学生用类比的方法推测：既然液体有压强，那么与液体同样具有流动性的气体是不是也有压强？由此激发学生的思维和探究欲望，通过现象分析或进行有趣的实验，加深学生对大气压强存在的认识，使他们确信大气压强是真实存在的。

用大气压强解释生产、生活中的现象，对学生来说，难度也比较大。教师在教学中可以联系学生身边的实际情况，有针对性地指导和训练，以强化学生运用知识的能力和规范表达的能力。

大气压的测量是本节教学的难点，但不是重点。在教学中，可以采用播放托里拆利实验视频的方式，使学生形成直观的认识。

1. 大气压强的存在

我们虽然生活在大气中，但一般不易察觉大气压强的存在，因此需要通过一些实验让学生感知它的存在。可以组织学生阅读教科书图9.3-1所提供的素材；如果条件允许，最好能组织学生实际操作一下。

教学片段　大气压强的存在

问题导引

你感觉到大气压强的存在了吗？你能通过实验检验它的存在吗？

实验检验

实验1　用一个扎了孔、一个不扎孔的吸盘进行实验，看哪个能吸到黑板（或玻璃板）上。

实验2　取一个长塑料管（或塑料瓶）装满水，用纸片盖上倒置。当水不流出来时，再用针在塑料管（或塑料瓶）上扎个孔，会看到纸片脱落，水从管口流出。

实验3　教师把两个吸盘（模拟马德堡半球）按压到一起，找同学到前面拉，很难拉开（图9-13甲）。再把按压到一起的两个吸盘放入真空罩中（图9-13乙），抽取真空罩中的空气，会看到两个吸盘自动分开（图9-13丙）。



甲　　乙　　丙

图9-13

分析论证

引导学生分析原因，说明大气压强的存在。

这个教学片段中，实验1在教科书图9.3-1甲所示实验的基础上，采用对比实验的方法，让学生切身感受到大气压强的存在。实验2以教科书图9.3-1乙所示的实验为基础，为大气压的测量作好铺垫。实验3通过真空与非真空状态的对比，有力地说明大气压强的存在。

2. 大气压的测量

大气压有多大呢？可以通过实验测量。托里拆利巧妙地利用大气压能托起液体，通过测量大气压托起液柱的最大高度，间接地测量大气压的大小。为了降低认识难度，教师可再增加几个过渡性实验。

将不同长度的试管或塑料瓶灌满水后，从水中逐渐向上提起，可以发现试管或瓶中的水总是满的。如果大气压不是无限大，那么它托起的液柱高度总会有一个最大值。测出这个最大值就可以知道大气压的大小。这是物理学史上的一个重要实验，应该让学生体会实验的巧妙之处。

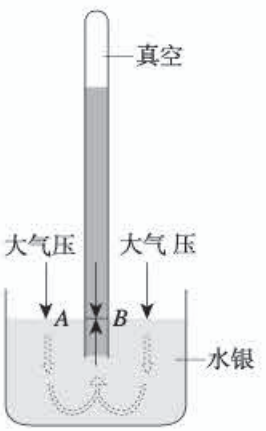


图9-14

教学片段1　大气压的测量（托里拆利实验视频）

视频　观看托里拆利实验视频（本书配置的光盘中）。

分析　如图9-14所示，玻璃管内水银柱上方是真空，因此是大气压支持管内760 mm高水银柱不落下。分析“液片”AB的受力（压强）情况可知，大气压等于水银柱产生的向下的压强。因此，只要求出760 mm水银柱产生的压强即可知道大气压的值。

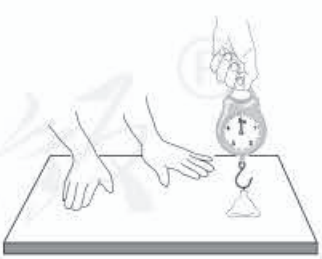
教学片段2　大气压的测量（弹簧测力计）

实验原理　$p=\frac{F}{S}$。需要测量的物理量是大气产生的压力F与受力面积S。

实验

1. 将沾水的塑料挂钩吸盘放在光滑的水平板面上，挤出里面的空气。（教师解释沾水和挤出空气的作用。）

2. 用大量程（50 N）弹簧测力计钩着挂钩缓慢向上拉（图9-15），直到吸盘脱离板面。（教师说明缓慢的原因。）吸盘脱离之前，要持续观察弹簧测力计示数的变化，并记下刚拉脱时的示数。


图9-15

3. 测出吸盘与板面的接触面积。

分析　研究对象是吸盘，根据二力平衡条件可知，大气对吸盘的压力F等于弹簧测力计的拉力。将测量值代入公式$p=\frac{F}{S}$，可以粗略得出大气压的大小。

教学片段1采用经典的测量方法，误差较小，但观看视频的效果仍然不如亲自动手实验。

教学片段2中的方法虽然误差大，但思路简单、器材易得，学生更易理解。

此外，还可以利用气压计测量大气压的大小。初中实验室一般都配有盒式气压计，可以展示给学生看。

为了更好地认识大气压随高度变化的规律，教师应引导学生做好“想想做做”栏目中的实验，通过自制的气压计（教科书图9.3-5）观察大气压如何随高度变化。制作时要注意密闭性，使用时要注意避免手的接触带来的影响。在现实生活中，可以利用这一规律测量高度。教科书中介绍的火炬在珠穆朗玛峰传递的事例，部分反映了大气压和高度的关系，同时有情感体验的教学要求。

教科书还介绍了水的沸点跟大气压的关系，要求学生知道这个结论，能够与生活实际相联系即可。

大气压在生产、生活中的应用十分广泛。教科书的“科学世界”栏目中介绍了活塞式抽水机，它的工作过程容易引起学生的兴趣。教学中，可以利用视频、挂图或动画等分析、演示它的工作过程。如果能够演示活塞式抽水机的模型给学生看，教学的直观性会更强。

（三）“动手动脑学物理”参考答案及说明

1. 人的正常血压值有一个范围。舒张压为60 ~ 90 mmHg[①]，收缩压为90 ~ 140 mmHg。

若人的舒张压为80 mmHg，则 $p_{水银}=\rho_{水银}gh_{水银}=13.6\times10^3\ \text{kg/m}^3\times10\ \text{N/kg}\times0.08\ \text{m}=1.1\times10^4\ \text{Pa}$。

若人的收缩压为110 mmHg，则 $p_{水银}=\rho_{水银}gh_{水银}=13.6\times10^3\ \text{kg/m}^3\times10\ \text{N/kg}\times0.11\ \text{m}=1.5\times10^4\ \text{Pa}$。

说明：本题以人的血压值的估计与计算为载体，让学生通过不同途径获取人的正常血压值或自己的血压值，并通过计算了解自己的大致血压值。这种方式可以引导学生关注生活及健康。

2. $F=pS=p\pi r^2=1\times10^5\ \text{Pa}\times3.14\times0.13^2\ \text{m}^2=5.3\times10^3\ \text{N}$

实际用力大小与计算结果有很大差别，主要原因是压力锅内不能被抽成真空。

说明：本题考查学生对大气压的存在的认识。应注意对差别原因的分析，使学生养成尊重科学实验、尊重实验事实的科学态度。

3. 是大气压的作用使得水不会全部流掉而能保留在塑料瓶中。

4. $F=pS=1\times10^5\ \text{Pa}\times45\ \text{m}^2=4.5\times10^6\ \text{N}$

因为屋顶的外部和内部都受到大气压力，这两个压力大小大致相等，方向相反，所以不可能把屋顶压塌。

---

① 1 mmHg = 133.322 4 Pa，国家标准中不推荐使用。

说明：第3、4题考查大气压的应用。应该鼓励学生将所学知识应用于实际生活，增强他们物理知识为生活服务的意识。

5. 从表中数据可知，高度越高，管内与瓶内水面的高度差越大，大气压越小。

说明：本题考查大气压与高度的关系。题目以实验为基础，通过对实验数据的分析与概括得出结论，有助于提高学生收集数据、处理数据，分析和归纳的能力。

（四）补充练习

1. 取一小瓶，用嘴从瓶内吸出一部分空气，小瓶便会挂在嘴唇上，这是为什么？

答案：吸出一部分空气后瓶内气压小于瓶外大气压，小瓶在外部大气压作用下被压在嘴唇上。

2. 在海拔3 000 m以内，可以近似地认为每升高10 m，大气压降低100 Pa。若海平面的大气压约为1.0×10^5 Pa，那么在海拔高度1 200 m的高山上，大气压约为多少？

答案：8.8×10^4 Pa

3. 洋洋同学家的卫生间下水道堵塞了，他爸爸利用吸盘（图9-16）很快就将下水道疏通了，这使他突然联想到学过的大气压知识。于是，洋洋和瑞瑞同学合作，利用吸盘设计了一个估测大气压强的实验方案。



图9-16

【方案设计】

（1）用刻度尺测出吸盘的直径D。

（2）将吸盘四周沾上水，挤出里面的空气，压在光滑的水平地面上。

（3）用力竖直向上拉吸盘柄，直到吸盘脱离地面，根据经验估计拉脱吸盘所需的拉力大小。

（4）计算出当地大气压强。

【评估交流】

（1）洋洋同学说：我们的实验原理是_____，操作过程规范，较方便地估测出了大气压强。

（2）瑞瑞同学说：在操作过程中，我发现存在_____、_____等问题。尽管我的操作规范，但估测的结果误差较大。洋洋认真思考后，同意了瑞瑞的意见。然后，他们继续一起探讨如何改进方案，尽量减小测量误差。

（3）根据洋洋和瑞瑞同学的实验方案设计及自我评估情况，请你回答：洋洋和瑞瑞测出的大气压强p =_____（用字母表示）；实验时洋洋同学将吸盘四周沾上水，这样做的目的是_____。

答案：（1）$p=\frac{F}{S}$

（2）吸盘中的气体挤不干净（不是真空）；估计的拉脱所需力的大小偏差大

（3）$\frac{4F}{\pi D^2}$；防止外面的气体进入吸盘

4. 在烧杯底部铺一层细沙，将浸过酒精的棉花点燃投入瓶中，然后用剥了皮的煮鸡蛋堵住瓶口，如图9-17所示。经过一段时间，鸡蛋将慢慢地进入瓶内。请解释这个现象。



图9-17

答案：棉花燃烧时瓶内气体温度升高，部分热空气从瓶口排出。由于温度降低，瓶内水蒸气变成水，从而使瓶内压强降低，大气压把鸡蛋压入瓶内。

5. 把一根试管装满水，取另一根略微细一些的试管开口朝上，放在装水的试管中。握住两试管转过180°，使两开口都朝下，如图9-18所示。然后用手握住大试管，释放小试管，这时可见小试管不仅不会落下来，而且还会随着大试管中的水不断流出而慢慢上升。请解释这个现象。



图9-18

答案：大试管中水的压强小于外界大气压强，小试管在大气压的作用下上升。

第4节　流体压强与流速的关系

（一）教学目标

1. 通过实验，能总结出流体压强与流速的关系。
2. 能利用流体压强与流速的关系解释升力产生的原因，进而解释飞机在空中飞行的原因。
3. 能利用流体压强与流速的关系解释生活中的有关现象。

（二）教材分析与教学建议

流体（气体和液体）压强与流速的关系，是对液体压强和气体压强特点的拓展。本节由“流体压强与流速的关系”和“飞机的升力”两部分内容构成。教学的重点是流体压强与流速的关系，难点是利用流体压强与流速的关系解释相关现象。

流体压强与流速有关，学生这方面的生活经验并不多。因此，在教学过程中应尽量选取操作简单、现象明显、直观且生动有趣的小实验，引导学生把压力、压强跟流速联系起来，了解流体的压强与流速的关系及其在生活中的应用。

另外，可以通过制作小小的机翼模型并进行分析，进一步说明气体压强与流速的关系，让学生体会科学原理的价值。

1. 流体压强与流速的关系

利用气体压强与流速的关系可以制造很多奇妙的现象，有的现象甚至会对学生的前概

念形成挑战。教科书中的“想想做做”栏目利用了这一特点，设计了硬币“跳高”实验，以激发学生的学习兴趣，引发新的思考。

教学中，可以再提供一些简单的器材，引导学生动手实验，帮助他们从不同的实验中总结出共性，得出普遍的规律——流体压强与流速的关系。

教学片段　探究流体压强与流速的关系

引导学生做硬币“跳高”实验，并提出猜想。

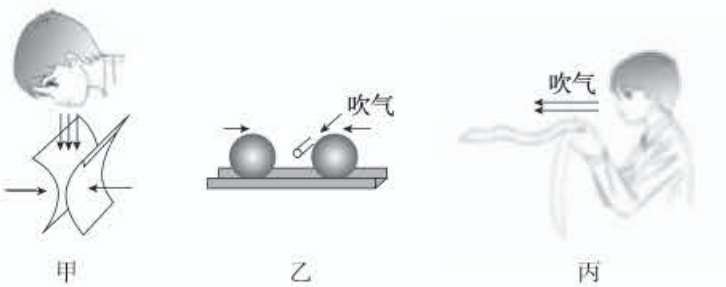
猜想　吹气使硬币上方的空气流速变大了，而气体（流体）对浸在其中的物体产生压强，所以很可能是流体的流速改变后压强也改变了。

温馨提示：硬币“跳高”实验中，要让笔记本的厚度略高于硬币的厚度，以免学生以为硬币是被气流从底面吹起的。

实验1　如图9-19甲，用手握着两张纸，让纸自然下垂，向两张纸中间吹气，使中间的空气流速变大，观察两张纸将会怎样运动。

实验2　如图9-19乙，向两个乒乓球中间吹气，观察乒乓球运动状态的改变。

实验3　如图9-19丙，手拿一张纸条，使纸条自然下垂，沿纸条上方吹气，观察发生的现象。



甲　　乙　　丙

图9-19

解释现象

实验1中，向两张纸中间吹气，纸向中间靠拢，表明两张纸中间的压强变小了。吹气使两张纸中间的空气流速变大了，吹气前、后两张纸外侧的大气压没有改变，纸沿水平方向的平衡被打破了。

实验2中，向乒乓球中间吹气，两个乒乓球由静止相向运动，表明两个乒乓球各自受到力的作用。吹气使两个乒乓球中间的空气流速变大了，吹气前、后两个乒乓球外侧的大气压没有改变，乒乓球沿水平方向的平衡被打破了。

实验3中，沿纸条上方吹气，纸条由自然下垂变为飘起，表明纸条受到向上托举的力。吹气使纸条上方的空气流速变大了，吹气前、后纸条下方的大气压没有改变，纸条沿竖直方向的平衡被打破了。

结论　在气体中，流速越大的位置，压强越小。

这个教学片段侧重实践体验和解释现象产生的原因，让学生在体验的基础上提出猜想，在经历不同实验的过程中寻找事物的本质特征，为进一步分析、解释升力产生的原因作好准备。

对于液体压强与流速的关系，鉴于操作难度较大，现象不明显，可以利用多媒体播放实验视频（配套光盘），以使学生对流体压强与流速的关系形成完整的认识。

2. 飞机的升力

认识了流体压强与流速的关系后，教科书通过“想想做做”栏目的实验，分析了飞机升力产生的原因。这对学生来说有一定难度，因此可以组织学生课前做好机翼模型，课堂上再一起进行实验，观察分析实验现象。另外，也可以利用多媒体通过动画进行分析。

对于飞机升力产生的原因，要求学生认识机翼的特殊造型，通过分析认识升力产生的原因。空气流过机翼上方时，流速大，压强小；空气流过机翼下方时，流速小，压强大。由此产生向上的压强差，也就产生了向上的升力。

（三）“动手动脑学物理”参考答案及说明

1. 当列车驶过时，列车周围的空气流速增大，压强减小。此时如果人站在安全线以内，人身体前后有压强差，因而有压力差。这个压力差会把人压向列车，非常危险。所以人必须站在安全线以外的区域候车。

2. 风沿着窗外的墙面吹过时，窗外空气流速大，压强小，窗内外存在压强差，因而有压力差，使窗帘飘向窗外。有“过堂风”吹过时，衣柜门外空气流速大，压强小，柜门内外存在压强差，因而有压力差，使衣柜门被吹开。

3. 两船平行急速行驶时，两船间水流速度大，压强小，船内外侧存在压强差，因而有压力差，使得两船相撞。

4. 往B管中吹气时，A管上方空气流速加大，压强减小，杯中水面上方与A管上方存在压强差，因而有压力差，使A管中的水面上升。

利用这种现象可以制作喷雾器。

说明：以上各题考查流体压强与流速的关系及其在生活中的应用，使学生通过对问题的解释增强将物理知识应用于实际的意识。

（四）补充练习

1. 在科学晚会上，小亮用一根胶管表演了一个有趣的节目。如图9-20所示，他一只手握住管的中部，保持下半部分不动，另一只手抓住管的上半部，使其在空中快速转动，这时下管口附近的碎纸屑被吸进管中，并“天女散花”般地从上管口飞了出来。产生这一现象的原因是_____。

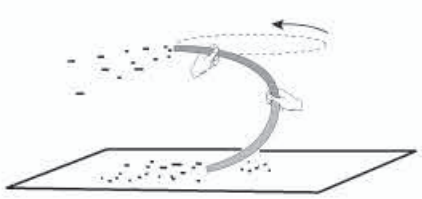


图9-20

答案：流体流速大的地方压强小

2. 如图9-21所示，一只三端开口的T形玻璃管，当从B端向管中吹气时，A处管中的水面会（　　）

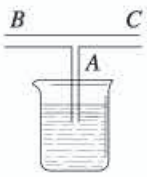


图9-21

A. 下降　　B. 上升

C. 仍与管外液面相平　　D. 无法判断

答案：B

3. 下列能够说明流体压强与流速关系的是（　　）

A. 拦河坝设计成下宽上窄　　B. 用漏斗向下吹气乒乓球不下落

C. 高压锅容易把食物煮熟　　D. 玻璃厂用吸盘搬运玻璃

答案：B

4. 一次飓风发生时，屋外气压急剧降到9×10^4 Pa，这是为什么？当时门窗紧闭，可以认为室内气压是标准大气压，粗略取作1×10^5 Pa。若室内屋顶的面积是100 m^2，这时屋顶所受到的内外压力差值可达多少？

答案：飓风发生时，屋外空气流速增大，压强变小。屋顶受到的内外压力差$\Delta F=\Delta ps=(1\times10^5-9\times10^4)\text{Pa}\times100\ \text{m}^2=10^6\ \text{N}$。

四、教学资源

（一）实验天地

1. 观察大气压随高度的变化

（1）实验目的

制作简易的气压计，观察大气压随高度变化的现象。

（2）实验器材

透明玻璃瓶、橡皮塞、20 cm长的两端开口的玻璃管（或透明塑料管）、红水、橡皮圈（在玻璃管上做出标记）。

在橡皮塞上钻个稍小于玻璃管的孔，将两端开口的玻璃管插入孔中。向玻璃瓶中装红水，但水不能装满。用插有玻璃管的橡皮塞塞紧瓶口，红水会升到玻璃管的一定高度处（若红水上升高度不够，可从玻璃管外露的开口端吹入少量空气，使瓶内气体的压强增大，从而使水沿玻璃管上升至瓶口以上）。把橡皮圈套在玻璃管上并对准液面处，作为液面原始位置的标记，再在瓶口处用线绑个提纽，就制成了水气压计（图9-22）。


图9-22

（3）实验方法

用手提着水气压计，从楼下到楼上，观察大气压随高度变化的现象，可以观察到水柱高度变化的情况。（从一楼到四楼约上升1 cm水柱。）

2. 演示液体压强与深度的关系

（1）实验目的

自制液体压强与深度关系演示器，演示液体压强随深度增大而增大的现象。

（2）实验器材

软饮料瓶一只、约2 m长的软塑料管一根、100 mL的塑料药瓶一只、橡皮筋一根、圆形圆珠笔杆两根。

① 将饮料瓶底部剪去，瓶盖上戳一个小孔，将圆珠笔杆插入（为保证不漏水，小孔的直径应略小于圆珠笔杆的直径，将圆珠笔杆慢慢旋转进去）。

② 将100 mL的塑料药瓶四周竖直方向划开4~6条裂缝，并用橡皮筋圈紧，以防漏水。在瓶盖上戳一个小孔，将圆珠笔杆插入（要求同上）。

③ 按图9-23用软塑料管将软饮料瓶和塑料药瓶连接好。



图9-23

（3）实验方法

向两瓶内灌满水。当两瓶高度差较小时，下面的瓶中没有水喷出。不断提升上面的瓶，使两瓶水面的高度差增大，可观察到水从下面瓶中喷出，两瓶的高度差越大，水喷得越急。由此可以得出结论，液体内部压强随深度的增加而增大。

3. 研究液体内部的压强

（1）实验目的

自制研究液体内部压强演示器，演示液体内部各个方向都存在压强，且同一深度各方向的压强相等。

（2）实验器材

直径约2 mm的铁丝一根、硬透明圆柱杯一只（可用硬塑料杯去底）、橡皮膜两块、软塑料管一根、小塑料块两块、圆形圆珠笔杆一根。

①用直径约2 mm的铁丝做成如图9-24甲所示的铁夹子。

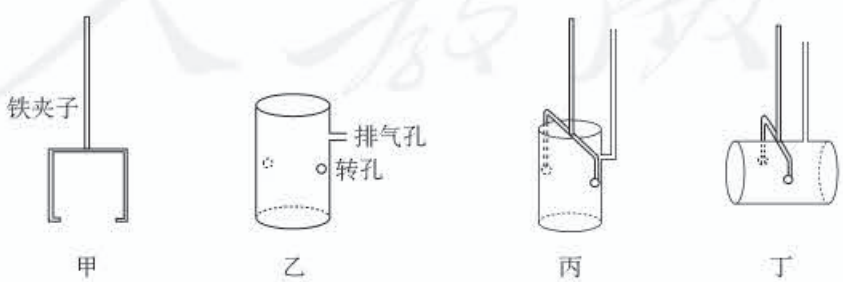


图9-24　研究液体内部压强

②如图9-24乙，在两块小塑料块上各钻一个小孔（转孔），用胶与圆柱杯连在一起，使圆柱杯用铁夹子夹住后能绕转轴转动90° 以上。在圆柱杯侧面戳一个小孔，将圆珠笔杆插入（为保证不漏水，小孔的直径应略小于圆珠笔杆的直径，将圆珠笔杆慢慢旋转进去），做成一排气孔。

③在圆柱杯两端绑扎上松紧适宜的橡皮膜，排气孔与软塑料管连接。

（3）实验方法

将此装置按图9-24丙所示的方向浸没水中，观察上下两橡皮膜的凹陷情况，可得出液体内部深度越深压强越大的结论。将此装置按图9-24丁所示的方向浸没水中，观察左右两橡皮膜的凹陷情况，可得出液体内部深度相同时压强相等的结论。

本实验装置也可演示浮力产生的原因。当将装置按图9-24丙所示方向浸没水中时，上下两橡皮膜受到的压强不一样，压力也就不一样，$F_{浮}=F_{向上}-F_{向下}$。

4. 大气压强的存在

（1）实验目的

模拟马德堡半球实验，演示大气压强的存在。

（2）实验器材

两个汽车、拖拉机气门的皮碗（农村的生产资料商店、城市的汽车零件商店有售）。

（3）实验方法

把两皮碗合起来，尽量挤去里面的空气。两手用力拉两皮碗时，尽管用力很大，皮碗却很难被拉开，这是因为大气压把皮碗压得很紧。操作时，两手拉皮碗的力要保持与皮碗的圆面垂直。如果用力方向与圆面平行，导致皮碗侧移后漏气，则很容易把皮碗分开。

（二）物理史话

1. 帕斯卡（B. Pascal，1623—1662）

帕斯卡是法国数学家、物理学家。他没有受过正规的学校教育，但由于有良好的家庭教育，加上他自己聪明好学，因此语文学得很好，数学也学得很出色。16岁时他参加了巴黎数学家和物理学家小组的学术活动，发表了一篇有关圆锥曲线的出色论文。这篇论文使年轻的帕斯卡名声大震，正式踏进了法国学术界的大门，并取得了一个又一个成果。

帕斯卡在物理学方面的主要成就是对流体静力学和大气压强的研究。1653年他发现了液体传递压强的规律，但到1663年（他去世后的一年）才正式发表。他还指出盛有液体的容器的器壁上所受的压强也仅跟深度有关。他还做了大气压强随高度变化及虹吸现象等实验。

帕斯卡也极有文学造诣，对法国文学颇有影响。1962年，世界和平理事会曾推荐帕斯卡为被纪念的世界文化名人之一。

由于过度劳累，帕斯卡39岁就病逝于巴黎。为了纪念帕斯卡，人们用他的名字来命名压强的单位——帕斯卡，简称帕。

2. 托里拆利（E. Torricelli，1608—1647）

托里拆利是意大利的物理学家和数学家。他的一位老师是伽利略的学生。有一次，这位老师把托里拆利的一篇力学论文拿给伽利略看，伽利略看后非常欣赏托里拆利的卓越见解，邀请托里拆利做自己的助手。伽利略在他生命的最后三个月中，虽已双目失明，但仍未放弃科学工作。托里拆利担任了伽利略口述的笔记者，成了伽利略的最后一位学生。

著名的托里拆利实验证明了大气压强使水银柱保持在管内不下落。为了进一步证明管中水银面的上方是真空，托里拆利在水银槽中加水，然后把倒插在水银槽里的玻璃管缓缓上提。当玻璃管口升到水银和水的界面以上时，管内的水银就流出来，同时水就进入玻璃管中，并充满玻璃管，从而证明了真空的存在。

3. 马德堡半球

1654年5月8日，在德国的马德堡市发生了一件新闻：德国国王和贵族们都赶来观看一个实验，主持这个实验的是这座城市的市长奥托·格利克，他是一位热心科学实验的科学家。

格利克定做了两个直径约37 cm的空心铜半球，这两个半球做得很精密，把两半对好合起来可以不漏气。格利克在一个半球上装了一个活门，从这里可以接上抽气筒，把球里的空气抽出来。把活门关好，外面的空气不能进入球里，可以保持球里为真空（图9-25）。格利克在每个半球的拉环上拴了8匹马，让它们向相反的方向拉两个半球。赶马人用鞭子驱赶着马，16匹马拉得十分用力，然而两个半球仍旧紧紧地合在一起，没有拉开。

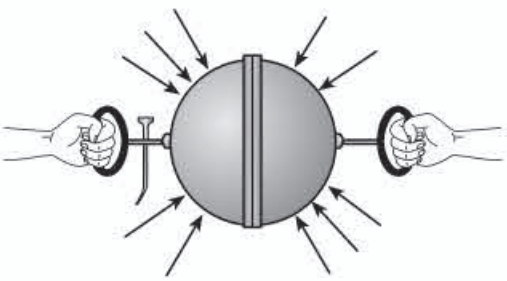


图9-25

拉呀，拉呀，突然“啪”一声巨响，好像放炮一样，16匹马终于把两个半球拉开了。

格利克把两个半球仍旧合上，并抽出球里的空气，换了一个实验方法：把活门打开，让外面的空气进入球里。这时，只要用两只手就能很容易地把两个半球拉开。

这就是说，当铜球内成为真空的时候，每个半球上受到的大气压力相当于8匹马的拉力那么大。马德堡半球实验生动而有力地证明了大气压强的存在，显示了大气压强是很大的。

用这个实验还可以解释为什么人没有被大气压力压扁。从实验可以看出，当球里面成为真空的时候，巨大的大气压力才表现出来；当把活门打开，球内外相通，球里充满空气时，里面气体的压强和外边的大气压强相同，它们的作用就相互抵消了。人体内部同样是充满空气的，人体内部的压强跟外部的大气压强相等，互相平衡，所以人不觉得受到巨大的大气压力。

（三）物理广角

1. 几个压强的参考数值

一般有缝钢管能承受的压强	1 960 kPa
无缝钢管能承受的压强	7 840 ~ 78 400 kPa
载重汽车对地面的压强	137 ~ 196 kPa
轻的六轮汽车对地面的压强	122.5 kPa
履带拖拉机对地面的压强	39.2 ~ 58.8 kPa
炊事用高压锅（安全塞熔化时）	120 ~ 130 kPa

2. 微小压强计的原理

教科书图9.2-2所示的压强计是用来测量较小的压强的。在U形管内装有色液体，两侧液面都受大气压的作用，两侧液面在同一高度。如果用橡皮管把扎有橡皮膜的金属盒连到U形管右侧，用手指按橡皮膜，橡皮膜就压迫封闭在管内的空气，管内的空气就把橡皮膜对它的压强传递到右侧液面，使右侧液面降低，左侧液面升高，U形管两侧液面出现高度差。手按橡皮膜的压强越大，液面高度差也越大。

如果把金属盒放入液体中，橡皮膜受到液体压强的作用而向里凹，封闭在管内的气体把橡皮膜对它的压强传递给U形管的右侧液面，两侧液面出现高度差。此时左侧液面受到的压强仍是大气压，右侧液面受到的压强等于大气压强与液体压强之和再减去橡皮膜单位面积弹力的平均值。

3. 大气压随高度减小

图9-26表示出了大气压随高度变化的情况。

如果预先测出不同高度的大气压强，列成表，那么到一个高度未知的地点，只要测出大气压强，就可以知道当地的高度。为什么大气压随高度减小呢？

原来，大气层的结构，越到高空大气越稀薄，这些知识学生在地理课中已经学过，讲大气压随高度变化时，要注意联系。图9-26给出了不同高度处的大气压值，要指导学生看图，从图上可以找到不同高度的大气压值。还可以研究一下大气压随高度的变化是不是均匀的。

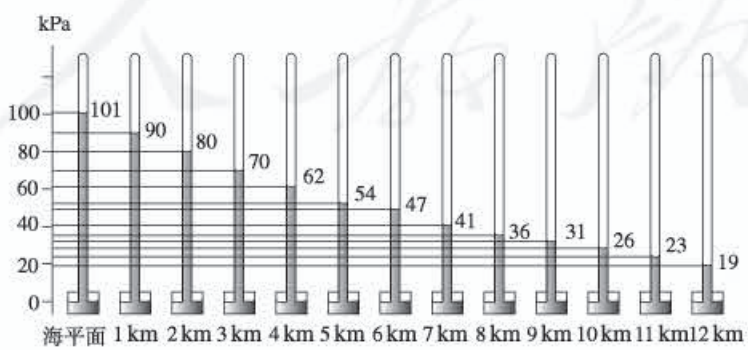


图9-26　离地面越高，大气压强越小

4. 大气压和天气的关系

大气压跟天气有密切的关系。一般地说，地面上高气压的地区往往是晴天，地面上低气压的地区往往是阴雨天。这里所说的高气压和低气压是相对的，不是指大气压的绝对值。某地区的气压比周围地区的气压高，就叫做高气压地区；某地区的气压比周围地区的气压低，就叫做低气压地区。

在同一水平面上，如果气压分布不均匀，空气就要从高气压地区向低气压地区流动。因此某地区的气压高，该地区的空气就在水平方向上向周围地区流出。高气压地区上方的空气就要下降。由于大气压随高度的减小而增大，所以高处空气下降时，它所受到的压强增大，它的体积减小，温度升高，空气中的凝结物就蒸发消散。所以，高气压中心地区不利于云雨的形成，常常是晴天。如果某地区的气压低，周围地区的空气就在水平方向上向该地区流入，结果使该地区的空气上升，上升的空气因所受的压强减小而膨胀，温度降低，空气中的水汽凝结。所以，低气压中心地区常常是阴雨天。

由于大气压跟天气有密切的关系，所以各气象哨所每天都有统一规定的时刻观测当地的大气压，报告给气象中心，作为天气预报的依据之一。

5. 高山反应

人的许多生理现象跟大气压大小有关系，高山反应就是常见的一种。高山反应也叫高山病，是由高山气候引起的一种疾病。高山地区的气候叫高山气候。临床文献中的高山气候是指海拔 1 000~1 300 m 高处的气候。在体育运动中，高山气候是指海拔 3 000 m 以上的高山地区的气候。

有些登山运动员在进入高山地区后，会发生高山病。高山病的症状差别很大，包括：头晕、头痛、耳鸣、恶心、呕吐、脉搏和呼吸加速、四肢麻木等。每个人的反应随一系列的条件而不同，主要决定于训练的程度和海拔高度的转变速度等。

登山运动员初次迅速攀登很高的山峰时，肌体的各个系统常发生许多障碍。中枢神经系统会出现兴奋过程亢进和抑制过程削弱的现象：睡眠不好，全身感觉不舒服，软弱无力，懒散和情绪低落，动作协调性差。呼吸系统的症状是：气喘，时常感到空气不足，睡眠时发生周期性的呼吸停顿，夜间感到窒息发闷。由于心脏血管系统机能状况变化引起头晕、鼻出血、耳鸣和血管跳动的感觉，皮肤和黏膜变得青紫或苍白，常常恶心和呕吐。严重的会陷入昏迷，甚至死亡。

高山病的主要原因是高山地区空气稀薄，大气压低，人们呼吸时吸入的氧气的分压也低，造成肺泡中的氧分压降低，血液中含氧量减少。

平原地区的青年人在高山地区居住一段时间后，对高山气候的适应能力和缺氧的抵抗能力都会提高。一般地说，高山病的急性症状就会逐渐减轻，以至消失。身体健康的人和训练有素的登山运动员对高山气候的适应能力也强。

6. 潜水病与减压病

潜水病是潜水到一定深度后发生的一种病。减压病是当潜水员超过了潜水时间或是达

到一定深度之后快速出水时发生的一种病。

潜水员每下潜10 m，他身体受到的水压强就增大10^5 Pa。为了使体内外各部分的压强处于平衡，必须吸入压强跟周围水压相等的压缩空气，这就使得潜水员呼吸时吸入的气体增多。吸入的气体不只在肺中发生气体交换，氮和氧一样也会进到血液和组织中去。氮气进入血液并产生一定的压力，这种压力会对潜水员起一种麻醉作用，引起的症状跟喝醉酒出现的症状差不多。患者失去正常工作能力，动作失调，失去控制能力，这就是深水麻醉。

潜水员潜入深海以后或在潜水箱中工作时，有相当多的氮气溶解于潜水员的血液和组织中，因此在潜水员从水中升起时，上升的速度必须相当缓慢，以便血液和组织中的氮气能扩散出来。在从深海逃难或深海潜水中必须快速上浮时，压强从几个大气压突然下降，这对人体是特别有害的。这时氮气从组织中释放出来形成不溶解的气泡。这种气泡在小血管中形成栓塞，阻止血液流过，这会引起肌肉和关节疼痛。如果中枢神经系统发生栓塞，甚至会出现麻痹，严重时甚至瘫痪或死亡，这就是减压病。

减压病主要是由于压强突然减小造成的。如果外部压强不是突然减小，而是缓慢地减小，那么血液中的气体就可以慢慢地扩散出来，不致形成气泡，对潜水员就不致造成伤害。对于潜入10 m以下的潜水员，为了避免减压病危险，必须制订详细的减压时间方案，仔细计算好他的上浮时间和减压时间。比如，潜水员要潜40 m深，在水中停留50 min（其中包括下潜到这个深度所用的时间），为了保证他安全返回水面，所需的上浮时间和减压时间总共约需61 min。其中潜水员一定要在9 m深处停留5 min，在6 m和3 m深处各休息约20 min。如果潜入120 m深处，停留20 min，所需的减压时间就要长达180 min左右。

减压的安全时间，不仅与潜水深度和在水中持续的时间长短有关，还与吸入气体的成分有关系。为了预防潜水病和减压病的发生，现在潜水员都使用氦氧混合气体来代替压缩空气。这可以防止深水麻醉，也可以避免减压病，还能增加潜水深度。

7. 乒乓球为什么不掉下来

实际生活中有许多流动的流体，而且当水或空气静止，船或飞机在运动，也相当于水或空气相对于船或飞机运动。流动的流体也有许多有趣并且有实际意义的现象。

在本套教科书的“科学之旅”中，我们曾经做过一个实验。取一个较大的漏斗和一个乒乓球。将漏斗倒过来拿着，让大口朝下。用另一只手的手指顶着乒乓球，使乒乓球紧贴在漏斗的大口内。然后用嘴衔着漏斗的细管并向漏斗内吹气。当吹气较猛的时候，把顶乒乓球的那只手移走。尽管乒乓球没有手指支持了，但是它竟不掉下来。乒乓球本身受到重力的作用，同时又有向下的气流冲向它，它为什么不下落？究竟是什么力支持着它呢？

为了解释这个现象，我们先来观察一下河里的水流动的情况。如果你仔细观察，就会发现当河水流到窄处或浅处时，水流动的速度大；当水流到宽处或深处时，水流动的速度小。

早在18世纪，瑞士物理学家伯努利在研究液体流动后得出结论：流速大的区域压强小，流速小的区域压强大。这就是“流速增加，压强降低”的伯努利原理。

利用上面的这些知识，我们就能解释乒乓球不掉下来的实验了。

从图9-27可以看出，在向漏斗吹气时，那股空气从细管流向漏斗的大口。当气流流到乒乓球和漏斗之间那段通道时，由于乒乓球占据着一部分空间，那里空气的通道很窄，气流速度较大；流过那部分窄通道以后，空气再向下流，由于通道变宽，气流的速度变小。根据伯努利原理“流速增加，压强降低”可知，乒乓球的上部气流速度较大的区域是一低压区，而下部气流速度小是一高压区。由于乒乓球的上部和下部所受的压强不同，使乒乓球总的受到一个向上的压力，因此它不往下掉。

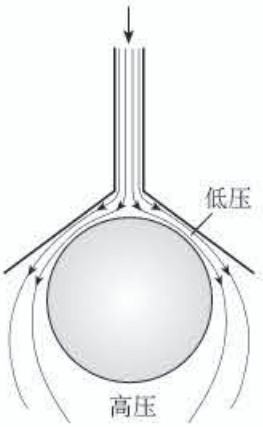
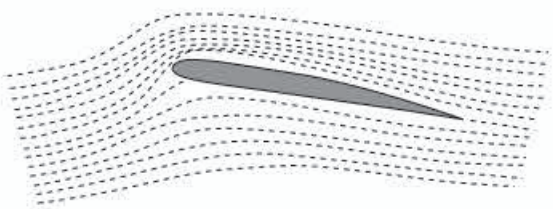


图9-27

不要小看这个乒乓球不掉下来的实验，飞机能够飞上天空利用的正是这个道理。飞机的升力主要来自机翼。机翼的截面形状如图9-28所示。飞机上升时机翼要像图9-28那样仰起。这时发动机使飞机向前（图中是向左）运动。根据相对运动原理，这相当于周围的空气向后（图中是向右）流动。从图中可以看出，机翼上方的气流因为通道较窄，流速较大，而机翼下方的气流由于通道较宽，流速就较小。根据伯努利原理“流速增加，压强降低”可知，机翼上方流速较大，是低压区，而机翼下方流速较小，是高压区，这样机翼就受到向上的升力。


图9-28

第十章
浮　力

一、《课标》要求及课时建议

（一）《课标》要求

2.2.9　通过实验，认识浮力。探究浮力大小与哪些因素有关。知道阿基米德原理，运用物体的浮沉条件说明生产、生活中的一些现象。

（二）课时建议

第1节	浮力	1课时
第2节	阿基米德原理	1课时
第3节	物体的浮沉条件及应用	1课时

二、编写意图

（一）本章概述

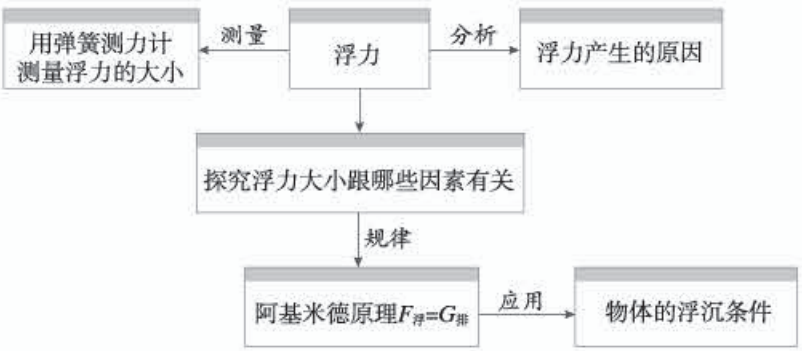
本章是前三章“力”“运动和力”“压强”内容的延伸。通过学习第七章，学生知道了力有大小、方向和作用点，知道怎样用力的示意图描述力，这些都为学生正确认识浮力和描述浮力奠定了基础。第八章，学生学习了二力平衡的状态和条件，本章中物体的浮沉条件就是二力平衡条件的具体应用之一。第九章，由固体的压强逐步过渡到液体的压强，最后延伸到流体的压强，这些内容为学生认识浮力，领悟物体在液体和气体中都将受到浮力的作用等奠定了基础。

本章设有两个重要实验，一是探究浮力的大小跟哪些因素有关，二是探究浮力的大小跟排开液体所受重力的关系。这两个实验侧重猜想和设计实验。通过一系列实验和推理，

提出浮力的大小可能跟排开液体的重力有关的猜想，进而用实验检验这个猜想，得到阿基米德原理的结论。教科书的这种设计，一方面符合学生思维的逻辑，另一方面，跟前三章实验探究所侧重的能力形成互补，促进学生科学探究能力的全面发展。

本章的章首图展示的是我国的航空母舰——辽宁舰。行驶在海面上巨大、漂亮的航空母舰会对学生有很强的吸引力。这既大又重的船只为什么能漂浮在海面上、舰的自重和载重与舰的形状间有何关系等一系列问题是学生们非常感兴趣的，也是学习这一章内容后能解决的问题。章首图辽宁舰除与这一章所要学习的浮力内容有关外，还可激发学生的爱国主义热情，培养学生理论联系实际和关注科技发展的意识。

本章内容结构如下。



（二）认识浮力

《课标》对浮力的学习要求是认识。怎样让学生认识浮力？教科书通过三个过程来呈现。

1. 感知浮力

冰山、鸭子、船等可以浮在水面不沉下去，由二力平衡条件可知，它们除了受到向下的重力，还受到一个向上的力，这个力是它们在水中受到的力，称为浮力。

接下来学生容易想到：如果物体沉入水中，它受浮力吗？教科书设计了一个演示实验，在弹簧测力计下悬吊一个铝块，把铝块全部浸没在水中，发现测力计读数减小，说明浸没在水中的物体也受到一个向上托起的力。

这就是说，不管物体一部分浸在水中还是全部浸没在水中，都受到向上的浮力作用。至此，学生完成了对浮力的感性认识。

2. 测量浮力

把物体浸在水中，测力计示数减小的值，就是浮力的大小。教科书设置的测量铝块浸没水中所受的浮力的演示实验，一方面让学生感知浮力的存在，另一方面为学生提供一种测量浮力大小的方法，为后续两个科学探究活动中的浮力测量作了方法上的准备。这个过程，使学生完成了对浮力的进一步认识。

3. 分析浮力产生的原因

为什么浸在液体中的物体会受到浮力的作用？通过上一章的学习，学生已经知道液体内部深度越大，压强越大，所以可以很顺利地引出浮力产生原因的定性说明。这个过程，使学生完成了对浮力本质的认识。

教科书没有定量分析浮力产生的原因，目的是避免由此造成定量计算题目的衍生，适度控制对认识浮力的要求。

（三）理顺探究过程的逻辑关系

本章最核心的科学探究是探究浮力的大小跟排开液体所受重力的关系。但是为什么会把浮力的大小跟排开液体所受重力联系在一起呢？为了使整个科学探究过程符合逻辑，教科书设计为先探究影响浮力大小的因素，然后研究阿基米德原理。学生先根据合理的逻辑，推想出浮力大小跟排开液体的重力有关，进而实验探究，得到阿基米德原理。

整个探究可以分为三个过程。

第一个过程，探究浮力的大小跟哪些因素有关。通过对各种猜想的实验检验，得到浮力的大小跟物体浸在液体中的体积有关、跟液体密度有关。浸入液体中的体积越大、液体密度越大，浮力越大。

第二个过程，为了引导学生思考浸在液体中物体的体积与物体排开液体的体积的关系，“想想做做”栏目设计了一个定性实验：一个盛满水的烧杯放在一个盘子里，把空饮料罐压入水中，在手感受到浮力的同时，会看到排开的水溢至盘中。在此基础上逻辑推理：由于浸在液体中物体的体积等于物体排开液体的体积，同时，排开液体的体积与液体密度的乘积等于排开液体的质量，而液体的重力跟质量成正比，所以浮力的大小跟排开液体重力的大小有关。进而可以探究浮力大小跟排开液体的重力有什么定量关系。

第三个过程，探究浮力的大小跟排开液体所受重力的关系——做溢水杯实验，得到阿基米德原理。

关于溢水杯实验，教科书图10.2-2直观地反映了“探究浮力的大小跟排开液体所受重力的关系”的实验设计思路。其中，教科书图10.2-2甲和图10.2-2乙完成的是浮力大小的测量；图10.2-2丙和图10.2-2丁完成的是物体排开液体所受重力的测量。这个设计思路符合大多数学生对此问题的认识过程。

有的教师提出“应该考虑误差的影响，让图示呈现出先测量空桶所受的重力”。我们认为这是两个层面的问题。如果教科书图示按考虑误差的想法来呈现，会扰乱学生对这个实验的设计思路的认识。误差问题属于实验优化层面的问题，可以在教学中启发学生加以思考。

整个探究过程逻辑关系清晰、合理，符合学生的认知规律。考虑到初中学生的数学能力，同时兼顾各种学生的水平，教科书选择了定性推理的方式。当然，对于基础好的学生，教师也可以采用某种定量的方式。

（四）搭建浮力与生产、生活联系的桥梁

《课标》在情感·态度·价值观目标中强调物理课程应使学生“有将科学技术应用于日常生活、社会实践的意识”“关注科学技术对社会发展、自然环境及人类生活的影响”……但明确规定哪些物理知识应该与生产、生活相联系的条文并不太多，而“运用物体的浮沉条件说明生产、生活中的一些现象”则是其中的一条。教科书专门设立了“物体的浮沉条件及应用”一节，以实现《课标》提出的相关要求。

教科书引导学生应用二力平衡的知识，分析浮沉物体的运动状态（上浮、下沉、漂浮和悬浮）。其中，设计了“盐水浮鸡蛋”的活动以及“轮船”“潜水艇”“气球和飞艇”的内容，将浮力知识跟生产、生活实际建立联系。

轮船是漂浮实例的代表，潜水艇是悬浮实例的代表。同时，轮船、潜水艇是液体提供浮力的实例，气球和飞艇是气体提供浮力的实例。这些实例，能使学生对浮力与生产、生活的联系，有较全面、清晰的认识。

三、教材分析与教学建议

第1节　浮力

（一）教学目标

1. 认识一切浸在液体中的物体都要受到浮力的作用，浮力的方向是竖直向上的。能通过实验证明上述结论的正确性。

2. 能认识浮力产生的原因。会用弹簧测力计测量物体在液体中所受浮力的大小。

3. 经历探究浮力大小跟哪些因素有关的实验过程，认识物体所受浮力的大小跟它浸在液体中的体积有关，跟液体的密度有关。

（二）教材分析与教学建议

本节是在综合应用液体的压强、压力、二力平衡等知识的基础上展开的，由“浮力”和“决定浮力大小的因素”两部分内容构成。教学的重点是决定浮力大小的因素。教师要引导学生开展好探究浮力的大小跟哪些因素有关的实验。这样一方面有助于学生进一步认识浮力的概念；另一方面，为学习阿基米德原理作好准备。

1. 浮力

引导学生观察水中冰山、鸭子、船等实例照片，分析物体受力，由二力平衡条件可以判断，物体一定受到竖直向上的浮力作用。

感知浮力的存在　学生往往认为漂浮在液面的物体一定受到浮力的作用，而沉入液体中的物体就不受到浮力的作用。教学中，应该以此为切入点。可以让学生把一些生活中常见的物品，如木块、乒乓球和铝块等放入水中，观察发生的现象，开展必要的体验性实验活动。在此基础上结合测量铝块浸没水中所受的浮力的演示实验，说明沉在液体中的物体也受到浮力的作用。

测量浮力的大小　用弹簧测力计测量物体浸没在液体中时所受的浮力。可以采用演示实验，也可以让学生做分组实验。

教学片段　测量铝块浸没水中所受的浮力

进行实验，收集数据

1. 用弹簧测力计测量铝块在空气中所受的重力。

2. 把铝块浸没在水中，读出弹簧测力计的示数。

分析论证

对浸没在水中的铝块进行受力分析。弹簧测力计的示数变小了，表明铝块受到向上的浮力作用。浮力与弹簧拉力的合力与重力平衡，即

$$F_{浮}=G-F_{拉}$$

确定浮力的方向　可以进行如下的演示实验。

找一段较细的红线，将其两端分别固定在乒乓球和大烧杯的底部。首先，将水缓慢注入大烧杯，直到水将乒乓球浸没，观察红线，发现红线在竖直方向被拉直（图10-1甲）。然后，将大烧杯底面的一端垫高，使大烧杯倾斜，观察红线，红线仍旧在竖直方向上被拉直（图10-1乙）。最后，分析两种情况下乒乓球的受力情况，应用二力平衡的知识得出浮力的方向总是竖直向上的。

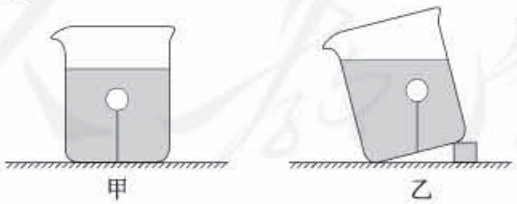


图10-1

分析浮力产生的原因　可以结合上一章的液体内部深度越大，压强越大的结论，引出浮力产生原因的定性说明。还可以设计小实验、播放视频等，引导学生对浮力产生的原因进行分析、论证。

教学片段1　浮力产生的原因（理论分析）

如教科书图10.1-3所示，选取浸没在液体中的长方体，分析它受力的情况。长方体两个相对的侧面所受液体的压力相互平衡。长方体上、下表面所受液体的压力存在压力差。

教学片段2　浮力产生的原因（视频）

播放视频

当把一个用橡皮膜包裹的长方体框架竖直浸没在水中时，六个面的橡皮膜均向内凹进，且前、后、左、右四个面上的橡皮膜凹进的程度相同，而下表面橡皮膜比上表面橡皮膜凹进的程度大。

解释现象

六个面的橡皮膜均向内凹进，表明液体内部存在压强；下表面橡皮膜比上表面橡皮膜凹进的程度大，验证了深度不同，液体内部压强不同的结论。分析长方体受力的情况可知，浸没在液体中的物体，其上、下表面受到液体对它的压力差，这就是浮力产生的原因。

教学片段3　浮力产生的原因（演示实验）

实验演示1

如图10-2甲，取一只去底的透明塑料瓶（如矿泉水瓶），瓶口直径略小于乒乓球直径。将乒乓球放入瓶中，且保持瓶口朝下。

如图10-2乙，往塑料瓶里注水，观察乒乓球的状态。

如图10-2丙，用手掌堵住瓶口，再观察乒乓球的状态。



图10-2

解释现象

在图10-2乙所示的实验中，乒乓球静止不动，这是因为乒乓球只受到水给它的向下的压力。在图10-2丙所示的实验中，乒乓球向上运动，这是由于乒乓球下面积满了水，乒乓球既受到水对它向下的压力，又受到水对它向上的压力，并且向上的压力大于向下的压力。

实验演示2

使矩形木块的某一平面粘上一层熔化的石蜡，迅速放在玻璃板上，待石蜡凝固后

掰下木块，木块上的石蜡平面与玻璃平面一样平滑。再用类似方法，取两片玻璃板压制一平板石蜡块，置于容器底部固定。这样做的目的是使木块和容器底部都比较平滑。

将木块粘石蜡的面放在容器底部的石蜡上，向容器中注入水。由于两平面间没有水浸润，木块不漂起。

教学片段1关注理性分析过程，体现知识间的联系。

教学片段2关注实验观察过程，是教学片段1中模型的直观展示，能够加深认识，提升学生的观察、分析和表达能力。

教学片段3关注动手体验和实验观察过程。学生不易理解对乒乓球不受浮力，只受水对它的压力的解释。教师可根据学生的实际情况确定是否有必要讲解，即使讲解，也应作为拓展性知识处理。

2. 决定浮力大小的因素

可以引导学生从生活体验中提出问题及猜想，并通过实验检验这些猜想。在猜想过程中，应引导学生根据原有经验和知识合理推测，而不要瞎猜。应鼓励学生积极动脑思考，剔除不合理的猜想，并开展有针对性的实验研究。

引导学生对提出的猜想进行分析，剔除不合理猜想的过程十分重要。一方面，经历这个过程对接下来的探究起导向作用，另一方面，有利于提升学生利用科学方法梳理问题的能力。

教学片段　探究浮力的大小跟哪些因素有关

<table>
<tr><th>运用原有经验和知识合理推测</th><th>状态</th><th>研究方式</th><th>$F_{浮}$</th><th>结论</th></tr>
<tr><td>木头在水中漂浮，铁块却会下沉。浮力的大小跟浸在液体中物体的密度有关吗？</td><td>浸没</td><td>用弹簧测力计分别测量体积相同的铁块、铝块在水中所受浮力的大小</td><td rowspan="3">相同</td><td rowspan="3">$F_{浮}$与其无关，剔除</td></tr>
<tr><td>大泡沫块在水中漂浮，浸在液体中的体积很小。浮力的大小跟物体的体积有关吗？</td><td>漂浮</td><td>根据二力平衡条件，分析相同质量的木块、泡沫块在水中所受浮力的大小</td></tr>
<tr><td>潜水员可以潜入水中不同的深度。潜水员所受的浮力大小与深度有关吗？</td><td>浸没</td><td>用弹簧测力计分别测量铁块浸没在水中不同深度时所受浮力的大小</td></tr>
<tr><td>人在水中越往深处走就越觉得所受的浮力大。浮力的大小跟人浸在水中的体积有关吗？</td><td>浸入</td><td>用弹簧测力计多次测量铁块逐渐浸入水的过程中所受浮力的大小</td><td rowspan="2">不相同</td><td rowspan="2">$F_{浮}$与其可能有关，探究</td></tr>
<tr><td>人在水中会下沉，但是在死海中却能漂浮于水面。浮力的大小跟液体的密度有关吗？</td><td>浸没</td><td>用弹簧测力计分别测量同一铁块在清水和盐水中所受浮力的大小</td></tr>
<tr><td>……</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

在逐一检验猜想的基础上，组织学生做分组实验，采用控制变量法探究浮力的大小跟物体浸在液体中体积的关系、跟液体密度的关系。

教学片段　探究浮力的大小跟物体浸在液体中的体积的关系

1. 为猜想提供切身体验

将木块（空的易拉罐）逐渐按入水中，手会感到越来越费力。浮力的大小很可能跟物体浸在水中的体积有关。

2. 改变浸入的体积，测量$F_{浮}$

将重力为G、体积为V的柱状铁块悬挂在弹簧测力计下，使其逐渐浸入水中$\frac{V}{4}$、$\frac{V}{2}$、$\frac{3V}{4}$，记下弹簧测力计的示数。通过计算，得出物体所受浮力的大小。

3. 根据数据分析论证

物体浸在液体中的体积越大，浮力越大。

教学片段　探究浮力的大小跟液体密度的关系

1. 为猜想提供生活实例

一般情况下，人在水中会下沉，但是在密度比较大的死海中人却能漂浮于水面。浮力的大小很可能跟液体的密度有关。

2. 改变液体密度，测量$F_{浮}$

将重力为G的铁块悬挂在弹簧测力计下，把铁块分别浸没在酒精、盐水、清水中，记录弹簧测力计的示数。通过计算，得出物体所受浮力的大小。

3. 根据数据分析论证

浮力的大小跟液体的密度有关。液体密度越大，浸入相同体积的物体所受的浮力越大。

分组实验完成后，可以组织各小组派代表在全班汇报本组的实验操作、分析数据的过程，以及得出的实验结论。教师在合理性和规范性上给予指导，对小组合作探究的过程给出评价。最后，教师和学生一起归纳、总结，得出结论。即，物体在液体中所受浮力的大小，跟物体的密度、物体的体积、物体浸没的深度等无关，跟物体浸在液体中的体积有关，跟液体的密度有关。物体浸在液体中的体积越大、液体的密度越大，浮力就越大。

（三）“动手动脑学物理”参考答案及说明

1.（1）游泳时会感到自己的身体变轻了，是因为身体受到浮力的作用。

（2）乒乓球能浮在水面上，说明它在水中受到浮力的作用。

2. 通过一段细绳用弹簧测力计把沉入水中的一重物缓慢匀速直线提起，重物未露出

水面时读出示数，会发现此示数比重物的重力小，说明沉入水中的物体受到浮力的作用。

说明：本题的目的是纠正一部分学生认为沉入水中的物体不会受到浮力作用的错误认识，同时为阿基米德原理的学习作必要的铺垫。沉入水中的物体也排开了一定体积的水，当然也会受到浮力的作用。

3. 重物的重力是3.2 N，重物浸在水中时弹簧测力计的示数为2.2 N，所以重物受到的浮力为1 N。

4. 物体上表面受到向下的压力为5 N，下表面受到向上的压力为13 N，根据浮力产生的原因可知，物体受到的浮力为8 N。

说明：第3、4题意在巩固学生对测量浮力及浮力产生原因的认识，其中包含了同一直线、方向相反的两个力求合力的难点。

5. 器材：烧杯、水、细线、弹簧测力计、橡皮泥。

步骤：（1）用细线拴上橡皮泥，悬挂在弹簧测力计下，使橡皮泥缓慢地完全浸没在水中，读出测力计的示数F_1。

（2）改变橡皮泥的形状，重复上述步骤，读出测力计的示数F_2。

比较F_1和F_2的大小，若不相等，说明固体所受的浮力与固体的形状有关；反之，则说明无关。

说明：本题考查学生的实验探究能力，其中既包括使用弹簧测力计测浮力的方法，也包括运用控制变量的方法，还考查实验分析能力。

（四）补充练习

1. 弹簧测力计挂着一重为3 N的物体，物体部分浸入水中并静止，如图10-3所示。物体所受浮力是多少？

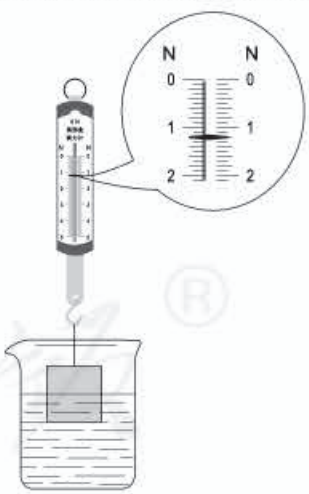


图10-3

答案：1.8 N

2. 浸在液体中的物体，受到向上的浮力，浮力的大小决定于（　　）

A. 物体的体积和液体的密度

B. 物体的密度和物体浸入液体的深度

C. 物体浸入液体的体积和液体的密度

D. 物体的质量、体积、形状以及浸入液体的深度等因素

答案：C

3. 甲、乙、丙、丁是四个体积、形状相同而材质不同的球，把它们投入水中静止后的情况如图10-4所示，则它们之中所受浮力最小的是（　　）



图10-4

A. 甲　　B. 乙　　C. 丙　　D. 丁

答案：A

4. 在物理课外小组活动时，老师给同学们准备的器材有弹簧测力计、量筒、烧杯、刻度尺、水、细线，同学们设计了许多种方法测正方体小金属块浸没在水中所受的浮力。请写出测量方法，并用测出的物理量表示浮力的大小。

答案：用弹簧测力计测出金属块在空气中的重力G，再把金属块浸没在水中读出弹簧测力计的示数F，则$F_{浮}=G-F$。

第2节　阿基米德原理

（一）教学目标

1. 经历探究浮力的大小跟排开液体所受重力的关系的实验过程。做到会操作、会记录、会分析、会论证。

2. 能复述阿基米德原理并书写其数学表达式。

3. 能应用公式$F_{浮}=G_{排}$和$F_{浮}=\rho_{液}gV_{排}$计算简单的浮力问题。

（二）教材分析与教学建议

阿基米德原理是初中物理的一个重要规律，是重要的教学内容。上节探究浮力大小跟哪些因素有关的实验已使学生明确了物体在液体中所受浮力的大小跟它浸在液体中的体积、液体的密度的定性关系。本节是对上节探究结果的进一步完善和深化，是本章教学内容的核心。

本节由“阿基米德的灵感”和“浮力的大小”两部分内容构成。本节教学的重点是让学生经历探究浮力的大小跟排开液体所受重力的关系的实验过程，概括、归纳出阿基米德原理。教学中，应该采用实验探究的方式，强化学生建立阿基米德原理的认识过程。

1. 阿基米德的灵感

上节通过探究得到了浸入液体中的物体受到的浮力大小与两个因素有关，本节在这个基础上进一步深化。

教科书通过阿基米德的故事，引导学生将物体浸在液体中的体积用物体排开液体的体积代替，使得决定浮力大小的两个因素可以表述为物体排开液体的体积和液体的密度。那么，这两个因素之间有什么联系呢？

学生不难想到，这两个物理量的乘积就是物体排开液体的质量。由于浮力的大小跟这两个因素有关，那么浮力的大小自然也跟这两个物理量的乘积——物体排开液体的质量有关。学生对物体排开液体的质量跟物体排开液体所受重力成正比的关系也不难确定。这就引出了本节要探究的课题：探究浮力的大小跟物体排开液体所受重力的关系。

2. 浮力的大小

教学中，建议开展学生分组实验。

教学片段1　探究浮力的大小跟排开液体所受重力的关系

设计实验

1. 如何测量物体受到的浮力？

使用弹簧测力计可以测量浮力的大小（前面已学习）。

2. 如何测量物体排开的液体的重力？

（1）先用弹簧测力计测出小桶和物体排开的液体所受的总重力，然后测出小桶所受的重力，两者相减即得$G_{排}$。

（2）将排开的液体倒入量筒中，利用公式$m=\rho V$求出排开液体的质量，再根据$G=mg$求出排开液体的重力$G_{排}$。

（3）直接用塑料袋接物体排开的液体，测出塑料袋和物体排开的液体所受的总重力，其值约等于$G_{排}$。

器材　弹簧测力计、物体、溢水杯、小桶等。

进行实验

1. 用弹簧测力计测量铝块的重力G，记录测力计示数。

2. 将溢水杯盛满水，再将铝块缓慢地浸没在水中，直到溢水杯中的水不再溢出，记录弹簧测力计示数。

3. 用弹簧测力计测出小桶和铝块排开的水所受的总重力，记录测力计示数。

温馨提示：考虑到应该使实验的论证更充分，在分组实验过程中，可以要求分别对物体全部浸没水中和部分浸入水中两种情况开展探究活动。

4. 用弹簧测力计测出小桶所受的重力，记录测力计示数。

分析论证

分析实验数据可知，$F_{浮}=G_{排}$，说明浸没在液体中的物体受到浮力的大小等于物体排开液体所受重力的大小。（此时要强调阿基米德原理不仅适用于液体，也适用于气体。）

教学片段2　探究浮力的大小跟排开液体所受重力的关系

上述实验也可以改用保鲜袋进行。

进行实验

用保鲜袋装满水，用弹簧测力计测量它在空气中的总重力，记录测力计示数。

把装满水的保鲜袋浸没在水中，会看到弹簧测力计的示数变为0。

分析论证

忽略保鲜袋自身所受的重力，装满水的保鲜袋浸没在水中时，弹簧测力计示数减小的值，就是浮力的大小。示数变为0，说明浮力的大小就等于排开水的重力。

教学片段1重点在于科学探究中的设计实验、进行实验、分析与论证等要素。有关提出问题、猜想与假设要素，学生已通过前一节的探究完成。

教学片段2提供的方法带有一定的技巧性，可以作为辅助实验，以加深认识。

（三）“动手动脑学物理”参考答案及说明

1. 这种说法不正确。因为浮力的大小只与液体的密度和排开液体的体积有关，运动员受到的浮力约等于其所受的重力，与水的深度无关。

说明：本题考查学生对阿基米德原理的认识，巩固浮力的大小只与液体的密度和排开液体的体积有关，与其他因素无关。

2.（1）甲 （2）铝块 （3）铝块

3. 8×10^3 N

4. 1.1×10^{-4} m^3

5. 1.05×10^3 kg/m^3

说明：第2、3、4、5题意在培养学生的综合能力，使学生能熟练地运用阿基米德原理解决实际问题。

（四）补充练习

1. 在大连港，一艘轮船卸下一部分集装箱后，吃水线上升0.5 m，假如轮船的水平横截面积是4×10^3 m^2，则卸下的集装箱有多重？

答案：2×10^7 N

2. 在抗洪抢险中，几位同学找到了一张总体积为0.3 m^3、质量分布均匀的长方体塑料泡沫床垫，将其放入水中时，床垫有$\frac{1}{5}$体积浸没在水中，求：

（1）此时床垫所受的浮力。

（2）床垫的密度。

（3）若被救的人的平均质量为50 kg，则该床垫上一次最多能承载多少个人？

答案：（1）床垫所受的浮力为$F_{浮}=\rho_{水}V_{排}g=600$ N。

（2）由$G_{床}=F_{浮}$，即$\rho_{床}V_{床}g=F_{浮}=600$ N，得$\rho_{床}=0.2\times10^3$ kg/m^3。

（3）若床垫刚好完全浸没在水中，则$F_{浮}=\rho_{水}V_{床}g=3\,000$ N。设要使床垫不下沉，最多可承载n个人，则有$F_{浮}\geqslant G_{床}+nG_{人}$，代入数据可求得$n=4$。

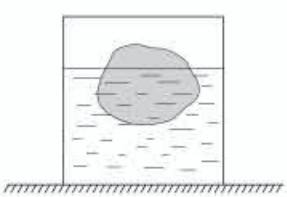


图10-5

3. 如图10-5所示，放在桌面上的柱形容器中盛有适量的水，

有一块冰（ρ=0.9 g/cm^3）漂浮在水面。求：

（1）冰露出水面的体积是总体积的多少？

（2）冰熔化后，容器中的水面是否升高？

答案：（1）冰露出水面的体积是总体积的$\frac{1}{10}$。

（2）水面不升高。

4. 同学们在探究如何比较两种液体密度大小的实验中，提出以下两种方案：

（1）用家中常用的木筷下端缠绕适量的细铜丝，漂浮在两种液体的液面上，如图10-6甲所示，通过比较木筷浸在两种液体的深度，即可比较两种液体的密度。

（2）将一长方体木块漂浮在两种液体的液面上，如图10-6乙所示，通过比较木块浸在两种液体中的深度，即可比较两种液体的密度。



甲　　乙

图10-6

请你对同学们提出的两种方案进行对比评价。

答案：第一种实验方案好。因为这种方案所选材料的横截面积小，当两种液体密度相差不很大的时候，筷子浸入深度的变化仍然比较明显。而第二种方案所选材料的横截面积大，当两种液体密度相差不很大的时候，木块浸入深度的变化不明显，效果不好。

第3节　物体的浮沉条件及应用

（一）教学目标

1. 能根据二力平衡条件和力与运动的关系描述物体的浮沉条件，并能通过改变物体所受的重力或浮力的大小，使物体在液体或气体中处于不同的浮沉状态。

2. 运用物体的浮沉条件解释生产、生活中的一些现象，认识浮力知识在生产、生活中的应用价值。

（二）教材分析与教学建议

本节是在学习了阿基米德原理，认识了浮力产生的原因的基础上，从知识应用的角度学习物体浮沉条件的。本节知识综合性较强，难度较大，涉及应用受力分析、力和运动的

关系以及与浮力知识结合起来解决问题等。

本节由“物体的浮沉条件”和“浮力的应用”两部分内容构成。教学的重点是，能根据二力平衡条件和力与运动的关系描述物体的浮沉条件，并能运用物体的浮沉条件说明生产、生活中的一些现象。教科书以轮船、潜水艇、气球和飞艇为实例，让学生了解它们如何通过改变浮力或重力的大小实现浮沉。教学中，应注意引导学生运用浮力的知识解释生产、生活中常见的现象。

1. 物体的浮沉条件

通过前两节的学习，学生对浮力及其大小有了一定的认识，对物体的浮沉也有一些生活体验。但怎样通过分析得出物体的浮沉条件，仍需教师引导。

判断物体浮沉状态的基本思路是：首先，明确研究对象，并对研究对象进行受力分析，画出受力示意图（这是研究许多力学问题的基础，教师应有意识地引导学生在解决问题的过程中逐渐养成习惯）。其次，比较物体所受的重力和浮力的关系，判断物体的浮沉状态。

教学片段　判断浸没在液体中的物体的浮沉状态

研究对象　浸没在液体中的物体。

受力分析　受重力和浮力，两个力方向相反，作用在一条直线上。

根据二力平衡条件及力与运动的关系，判断浸没在液体中的物体的浮沉状态。

1. 比较物体所受的重力$G_{物}$和浮力$F_{浮}$的关系

当$F_{浮}<G_{物}$时，物体下沉；

当$F_{浮}>G_{物}$时，物体上浮；

当$F_{浮}=G_{物}$时，物体悬浮。

2. 比较物体的密度$\rho_{物}$和液体的密度$\rho_{液}$的关系

根据阿基米德原理$F_{浮}=G_{排}=\rho_{液}gV_{排}$，物体重力$G_{物}=\rho_{物}gV_{物}$，由于物体浸没在液体中，所以$V_{排}=V_{物}$，则

当$F_{浮}<G_{物}$时，$\rho_{液}gV_{排}<\rho_{物}gV_{物}$，即$\rho_{液}<\rho_{物}$，物体下沉；

当$F_{浮}>G_{物}$时，$\rho_{液}gV_{排}>\rho_{物}gV_{物}$，即$\rho_{液}>\rho_{物}$，物体上浮；

当$F_{浮}=G_{物}$时，$\rho_{液}gV_{排}=\rho_{物}gV_{物}$，即$\rho_{液}=\rho_{物}$，物体悬浮。

这个教学片段旨在引导学生运用已学的知识进行整合，从而达到解决问题的目的。这样有利于引导学生关注事物之间的联系，深化对知识及知识间相互联系的认识。

教科书中“想想做做”栏目中的盐水浮鸡蛋实验，器材简单易得，操作也不难，既能说明问题，又能激发学生的兴趣。实验时应注意使用新鲜鸡蛋，而且盐水的浓度要比较高。实验后要组织学生针对观察到的现象进行解释，以加深对物体浮沉条件的认识，强化运用知识解决问题的能力。

2. 浮力的应用

教学中，要注意使学生体会人类利用浮力的漫长历程。教科书介绍了郑和下西洋时使用了当时世界上最大的木船，这是一个开展情感·态度·价值观教育的好素材。可以结合这个素材和其他典型案例，使学生感怀中华民族对人类进步与发展的贡献，增强民族自豪感和自信心。

这部分的教学，重在引导学生运用物体的浮沉条件，了解物体在浮沉方面的工作原理以及改变浮沉状态的方法，对学生进行科学方法教育。

（1）轮船　如果能以教科书中“想想做做”栏目为依托，组织学生利用橡皮泥开展“造船”比赛，无疑可以极大地激发学生的兴趣。在此基础上，可以进一步引导学生根据物体的浮沉条件，分析轮船漂浮的原因。

教学片段　怎样使密度比水大的物体漂浮在水面

实验　把橡皮泥捏成团放在水面，观察橡皮泥的运动状态。再把橡皮泥捏成碗形（或船形）放在水面，观察橡皮泥的运动状态。

分析　当把橡皮泥捏成碗形（或船形）时，虽然它受到的重力没有改变，但是由于它可以排开更多水，所以受到的浮力增大，当浮力大到一定程度时，它就能够浮在水面上了。

这个教学片段通过实验呈现密度大于水的物体做成空心时，只要空心的程度足够大，物体就能漂浮在水面。将这个结论迁移到轮船，学生容易认识到，对于用钢铁制造的轮船，由于船体做成空心的，它排开水的体积增大，受到的浮力增大，所以能浮在水面上。

（2）潜水艇　潜水艇既能漂浮在水面航行，也能潜入水下航行，是海军的重要军事装备。从物理学的角度看，潜水艇可以实现从漂浮到沉底的全部状态，很有典型性。教师应重点从物体的浮沉条件出发，引导学生分析潜水艇改变浮沉状态的原理和方法。

潜水艇是靠改变自身重力来改变浮沉状态的。改变自身重力的操作方法，教科书给出了详细介绍。教师可以让学生阅读这部分内容，再引导学生分析潜水艇处于不同状态时所满足的浮沉条件。

教学片段　自制潜水艇模型

器材　烧瓶、双孔胶塞和塑料管。

操作　通过塑料管A对“潜水艇”（图10-7）吹气或吸气。

吸气时，水逐渐进入“潜水艇”中，“潜水艇”下沉。

吹气时，“潜水艇”内的水被排出，“潜水艇”上浮。

分析　“潜水艇”在水面以下时，排开水的体积不变，

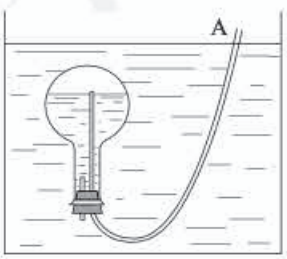


图10-7

根据阿基米德原理，“潜水艇”受到的浮力大小不变。

吸气时，水进入“潜水艇”，重力变大，$F_{浮}<G_{物}$，所以下沉。

吹气时，水从“潜水艇”中排出，重力变小，$F_{浮}>G_{物}$，所以上浮。

这个教学片段旨在巩固潜水艇的工作原理，即改变自身重力实现浮沉。通过自制潜水艇模型的过程和实验体验的过程，帮助学生了解潜水艇的工作原理。

（3）气球和飞艇　可以采取自主学习和小制作的方式进行，引导学生查阅相关资料、阅读教科书，并动手制作孔明灯等。这样给学生思考想象的空间，使他们进一步认识物体的浮沉条件，了解气球和飞艇的工作原理。

教学片段1　话说“气球和飞艇”（讨论会）

组织学生开展话说“气球和飞艇”讨论会。

话题1　要使升空的氦气球落回地面，应该采取什么办法？

话题2　要使升空的热气球落回地面，应该采取什么办法？

话题3　要使升空的飞艇落回地面，应该采取什么办法？

教学片段2　自制孔明灯（小制作）

材料　大塑料袋（如饮水机水桶外面的塑料袋）、胶带、细铁丝、酒精、火柴或打火机、剪刀、棉花。

操作步骤

1. 用细铁丝弯一个与塑料袋的口一样大的圈，在圈内交叉两根互相垂直的细铁丝，并牢系在圈上。

2. 将塑料袋的口卷到铁丝圈上，用胶带粘好。把棉花缠在交叉的细铁丝中间（图10-8），在棉花上倒一些酒精。

3. 一位同学将塑料袋开口朝下拿起，另一位同学将酒精点燃。当感到塑料袋稍有上升时放手，塑料袋会缓慢上升。

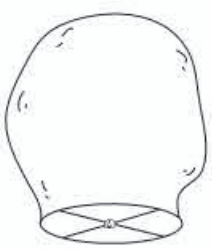


图10-8

温馨提示：实验时需要控制酒精棉球的质量：质量太小，燃气不够；质量过大，热气球所受浮力不足以支持其重力。另外，实验时要注意安全，应在无风的教室内进行，并事先准备一块湿抹布，以便实验结束时或临时需要可以及时扑灭酒精棉球上的火焰。

教学片段1旨在引导学生利用话题学习收集信息，并运用学到的知识解决实际问题。结论并不重要，关键在于参与。

教学片段2旨在加强学生动手操作的技能。学生亲身体验制作、点燃、升空的过程，

更容易认识到酒精点燃后塑料袋内的空气被加热，使一部分空气被排出，塑料袋内的空气密度变小，塑料袋受到的浮力大于重力而使塑料袋上升。

（三）“动手动脑学物理”参考答案及说明

1. 船及货物总重10^7 N。所受浮力10^7 N。船排开水的体积10^3 m^3。

说明：本题通过轮船的排水量来巩固浮力的知识，并明确排水量就是轮船满载时排开水的质量。

2. 丙图杯子中液体密度大。因为同一密度计在两种不同的液体中均处于漂浮状态，所受的浮力是相等的，都等于密度计所受的重力。根据阿基米德原理可知，排开液体体积小的丙图杯子液体密度大。

说明：本题通过密度计在两种不同的液体中均处于漂浮状态，来考查学生对阿基米德原理的掌握情况。

3. 物体悬浮在液体中的条件是物体的密度等于液体的密度，而木块的密度小于水的密度，所以它不能悬浮在水中，最终会漂浮在水面上。

木块浸在水中的体积为160 cm^3。

说明：本题让学生知道判断物体的浮沉既可以比较浮力与重力，也可以比较液体的密度与物体的密度，使学生思考的角度更全面。

4. 因为完全浸没时固体所受的浮力小于自身的重力，或者说这个固体的密度大于盐水的密度。

容器底部对固体的支持力为0.48 N。

说明：本题除了巩固物体的浮沉条件，使学生加深对浮力的认识，也锻炼学生受力分析的能力。

5. 435 kg

说明：本题巩固阿基米德原理同样适用于气体和物体受三个力的平衡。

（四）补充练习

1. 物体漂浮在水面上时，没入水中的体积是总体积的$\frac{4}{5}$，当它漂浮在另一液面时，露出液面的体积是总体积的$\frac{1}{3}$，则该液体的密度是多少？

答案：1.2×10^3 kg/m^3

2. 要让体积为20 m^3的氢气球在空中匀速上升，最多可吊多重的探测器材（$\rho_{空气}$=1.29 kg/m^3，$\rho_{氢气}$=0.09 kg/m^3，不计球壳的厚度及重力）？

答案：可吊240 N重物。

3. 三国时代，曹冲称象的故事中，把象牵到船上，看船在水中沉下多深，在船的侧面做个记号，然后牵象上岸，再把石头装上船，使船沉到相同的地方，则这些石头所受的

重力和象所受的重力相等。这是为什么？请用物理知识分析回答。

答案：船两次排开水的体积相等，则$F_{浮}=G_{总}$，即$G_{船}+G_{石}=G_{船}+G_{象}$，故有$G_{石}=G_{象}$。

4. 为增加国防知识，某班同学到东海舰队参观某型号潜水艇。潜水艇的艇壳用高强度的特种钢板制造，最大下潜深度可达350 m，潜水艇的总体积为1.5×10^3 m^3。艇内两侧有水舱，潜水艇截面如图10-9所示。通过向水舱中充水或从水舱向外排水来改变潜水艇的自重，从而使其下沉或上浮。已知海水密度为1.03×10^3 kg/m^3。

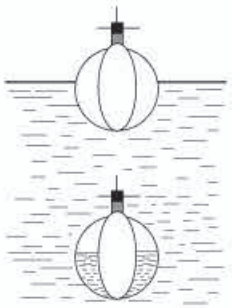


图10-9

（1）水舱未充海水时，潜水艇总重为9.27×10^6 N，此时漂浮在海面的潜水艇排开海水的体积是多少？

（2）为使潜水艇完全潜入海水中，至少要向水舱中充入多少吨海水？

（3）潜水艇的艇壳用高强度的特种钢板制造的原因是什么？

答案：（1）900 m^3

（2）618 t

（3）海水的压强随深度的增加而增大。

说明：这是一道综合性计算题，涵盖的知识点比较多。重点考查学生的受力分析、计算能力以及对阿基米德原理的运用。

四、教学资源

（一）实验天地

1. 物体漂浮条件的演示

（1）实验目的

验证漂浮在液面上的物体，浮力等于它的重力。

（2）实验器材

天平和砝码、溢水杯、漂浮物体（木块）、小烧杯（或其他盛水容器）。

（3）实验方法

如图10-10，在天平左盘上放置溢水杯，让杯里的水面到达管口处，使天平平衡。然后往溢水杯里放一木块，天平左端就下降，同时木块排开的水

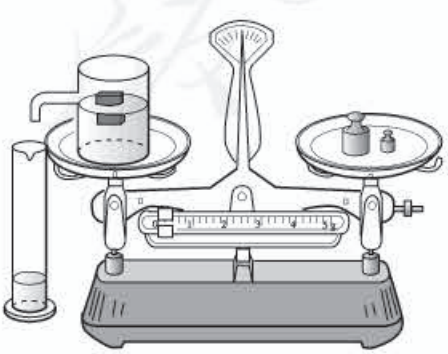


图10-10

从管口流出。等排开的水流完以后，天平又恢复平衡。

天平重新平衡后，左盘中增加了木块的重力，但减少了排开水的重力，说明木块的重力跟排开水的重力相等。由于排开水的重力就等于浮力，所以漂浮在水面上的物体，其浮力等于它的重力。

2. 潜水艇浮沉过程的演示

（1）实验目的

用试管模拟潜水艇，演示其浮沉过程，理解潜水艇的浮沉原理。

（2）实验器材

试管一支（含橡胶塞）、注射器一支、大水槽、软管、短玻璃管、铁丝（做配重用）。

（3）实验方法

用一个钻了两个小孔的橡皮塞塞紧试管。在两个小孔中各插入一根短玻璃管，并在玻璃管上分别接上软管。其中一根软管稍长，跟注射器相连（用50 cm^3的注射器效果较好），另一根软管稍短，只要软管口能浸没在水面以下即可，如图10-11所示。为使试管能水平浮在水面，可在试管上绕几圈铁丝作为配重，使它平衡。

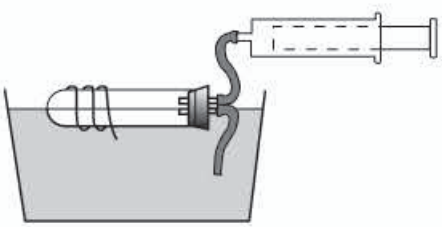


图10-11

演示时将试管放入大玻璃水槽中，使它水平浮于水面。用注射器从试管中抽气，试管里的水就增多；往试管里压气，试管里的水减少。控制进入试管里的水量，就可以使试管在水中下沉、上浮或悬浮。

本实验中，试管相当于潜水艇的水箱。用注射器往试管里压气，相当于潜水艇用压缩空气排出水箱中的水，以此模拟潜水艇的浮沉过程。

3. 自制简易密度计

（1）实验目的

自制简易密度计，比较不同液体的密度大小。

（2）实验器材

玻璃管（圆木棍或铅笔）一支、细金属丝、较深的盛水容器（如量筒）、不同密度的液体。

（3）实验方法

把玻璃管下端用蜡封住，并在最下端缠上一段金属丝，使玻璃管能竖直地浮在水中。如果没有玻璃管，可以用圆木棍或者铅笔代替，通过在最下端固定一个小金属物体使其竖直地漂浮在水中。静止时，在玻璃管（圆木棍或铅笔）上用记号笔标出水面的位置，这就是水的密度刻度。如果还知道其他已知密度的液体，也可以用类似的方法在玻璃管上标出相应的密度刻度。用这个简易密度计可以比较不同液体密度的大小。

如果进行进一步的课外探究活动，还可以通过测量玻璃管的质量和直径，来绘制这

个密度计的具体刻度。方法如下：测出密度计的质量，根据密度计漂浮时其重力等于浮力，就可以计算它漂浮在水中时，其水面以下的体积，设为V_0。假设它漂浮于密度是$0.9\times10^3\ \mathrm{kg/m^3}$的某种油中，同样可以计算油面以下它的体积，设为$V_1$，$V_1-V_0$就是密度计水面刻度到油面刻度之间的玻璃管体积。测量玻璃管的直径，就知道它的横截面积，用V_1-V_0除以玻璃管的横截面积，就等于水面刻度到油面刻度之间的距离，由此，就可以在自制密度计上标刻“0.9”的刻度。用同样的方法可以标刻其他刻度，这就做成了一个可以测量具体密度值的简易密度计了。从这个活动中还可以进一步理解，为什么密度计下面要做成一个大玻璃泡，里面放小金属珠，而玻璃管却比较细。这是因为，密度计的质量越大，玻璃管的直径越小，“0.9”与“1.0”两刻度之间的距离就越大，因而越精确。

4. 直观验证阿基米德原理

（1）实验目的

通过实验，直观地看到：不管物体浸入液体中的体积是多少，它受到的浮力总等于它排开液体的重力。

（2）实验器材

铁架台及其附件、弹簧测力计、溢水杯、金属块、粗铁丝、小杯。

（3）实验方法

把测力计上端固定在铁架台上。用粗铁丝做一个框，挂在测力计挂钩上。在粗铁丝框上端悬吊一个金属块，下端放一小杯。在金属块的正下方，有一个溢水杯，溢水杯放置在铁架台的支架上，溢水杯跟金属块、粗铁丝都不接触。这时，测力计的读数表示金属块、铁丝框和小杯的总重力，如图10-12甲所示。

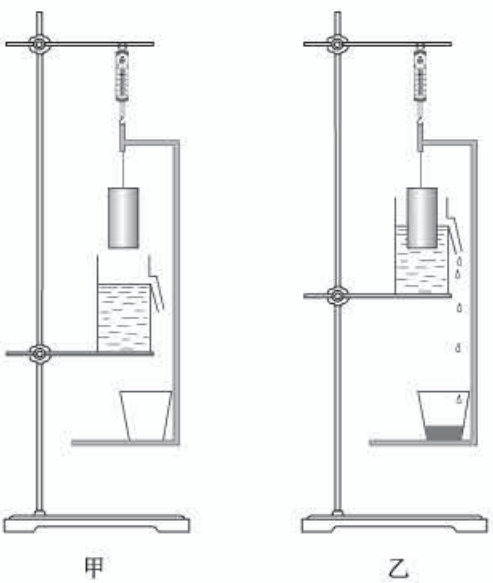


图10-12

往溢水杯中倒水，使杯中水面恰好平齐溢水口。平稳地抬高溢水杯支架，使金属块浸入水中，如图10-12乙所示。由于水对金属块有浮力，导致弹簧测力计示数减小，测力计示数减小的数值就等于浮力的大小。但从溢水杯中排开的水流进了铁丝框上的小杯中，小杯中的水又导致测力计示数增加，由此增加的示数就等于小杯中水的重力。实验结果表明，最终测力计的示数既没有增加，也没有减小，说明金属块所受到的浮力大小跟小杯中水的重力相等，而小杯中的水就是金属块排开的水。不管溢水杯抬高到哪个位置，测力计示数都不变。这说明：金属块浸在水中所受的浮力，总等于它排开水的重力，这就验证了阿基米德原理。

（二）物理史话

1. 阿基米德（公元前287—前212年）

阿基米德是古希腊杰出的数学家和物理学家。他青年时代曾在古希腊世界文化中心亚历山大里亚学习，在那里研究天文学、数学和力学。他发明了阿基米德螺旋提水器和靠水力发动的天象仪；系统总结并严格证明了杠杆定律，为静力学奠定了基础；发现了阿基米德原理，奠定了流体静力学的基础。公元前212年，阿基米德所在的叙拉古城被罗马军队占领，正在沙地上画着几何图形聚精会神地思考问题的阿基米德，被闯进来的罗马士兵杀死。

2. 沉与浮——我国古代两个有趣的故事

在我国古代，虽然人们不知道阿基米德，但对于浮力也早有认识。2 500多年前的古书《墨经》上就有关于浮力的记载，历史上也有不少有趣的故事。

（1）曹冲称象

三国的时候，孙权送给曹操一头大象。

大象生在南方，北方人只是听说过而从来没见过。所以，曹操很高兴，就带领儿子和大臣们一同观赏。称赞之余，曹操问道："你们谁能称出这只大象有多重？"

"这……这得造一杆大秤……"有人说。

马上有人反问："谁有那么大力气把秤纽提起来呢？"

又有个官员出了个蠢主意："干脆把象宰了，一块一块称……"

就在这时，有一个孩子胸有成竹地说："我有办法。"

曹操和众大臣回头一看，说话的原来是曹操的小儿子曹冲，他当时只有6岁，也跟着大家看象来了。



图10-13

小曹冲慢条斯理地说："把大象牵到一条大船上，船就要沉下去一些，在船身与水面交会处画一条线。把大象赶上岸，船又会浮起来一些，再把石头一筐一筐地抬到船上，等船下沉到画线的地方为止。然后把石头一筐一筐称过，这些石头的总重就跟大象一样重。"

曹操满意地点头微笑，派人照着曹冲出的主意去做，把大象有多重称出来了。

利用学过的浮力知识，你能说明曹冲称象的道理吗？试着解释一下。

曹冲的这种用船当秤的办法，至今仍很有用。轮船船头上都画着刻度，从船头的刻度随时可以看到船吃水有多深，知道了船吃水的深浅，就可以知道它的载重量了。

（2）舟浮牛出

1066年，我国宋朝的河中府地方（现在的山西省永济县）发生了一次大洪水。汹涌的洪水冲断了河中府的一座浮桥，8只用来固定浮桥的沉重的大铁牛也被冲到下游，陷入淤泥中了。

洪水退走以后，铁牛还沉在河底里，要修复这座桥，就得把铁牛捞出来。

这么重的铁牛，怎么把它捞上来呢？官府贴出了"招贤榜"，招请能把铁牛捞出来的"贤人"。榜前围了许多人，大家议论纷纷：谁有那么大的神力？忽然，人群中走出一个人，伸手把"招贤榜"揭了。大家一看，揭榜人原来是个和尚。有人好奇地问和尚，是不是要施"法术"请"神仙"来助他一臂之力？那和尚不慌不忙地微笑着说：

"铁牛是让水冲走的，我就叫水把铁牛送回来。"

那和尚叫人找来两艘大木船，把大船拴在一起，装满沙子，并在两艘船上搭了结实的木架。然后，他带人把船撑到铁牛沉没的地方，派人潜入水底，用绳索把铁牛牢牢地绑住。把绳索的另一头拉紧以后，牢牢地拴在船的木架上。

一切准备就绪，和尚招呼大家把船上的沙子一锹一锹地扔到河里。船缓慢地往上浮升。绳索也拉着铁牛慢慢地从淤泥中升起来。

那和尚就是我国古代的工程家怀丙。他"请"的"大力神"就是水的浮力，他施的"法术"便是阿基米德原理。

怀丙的方法一直沿用至今。

为了打捞沉到海底的船或重物，人们先把打捞工程船开到沉船的地方，利用容积很大的密封钢筒——浮筒来打捞。打捞时，先往浮筒里灌满水，让浮筒下沉，潜水员潜入海底，用钢缆把浮筒和沉船或重物牢牢地拴在一起。准备妥当以后，开动空气压缩机把筒里的水排出，就像怀丙让人把船上的沙子扔出去一样，利用巨大的浮力，把沉船或重物打捞上来。

（三）物理广角

1. 飞艇

飞艇主要由艇体、动力装置、尾翼和吊舱组成。艇体的气囊内充比空气轻的氢气或氦气——浮升气体，利用它受到的空气浮力，飞艇才能浮在空中。动力装置用来推进飞艇。

尾翼用来起稳定、控制作用和改变飞行方向。吊舱用来载人和货物。飞艇的升降调整有多种方法，如改变气囊中的气体量（放气或充气）、抛掉压舱物（水或沙袋）、利用艇体或翼面的气动升力和改变推力方向等。

第一艘飞艇是法国的吉法尔于1852年制成的。1900年德国的齐柏林公司开始制造大型硬式飞艇，在第一次世界大战期间，曾多次用飞艇进行远程轰炸。

充氢气的飞艇容易发生事故，还由于飞机在20世纪30年代和40年代有了很大发展，因此，后来就不再生产飞艇了。但是，跟飞机比，飞艇有很多优点。它噪声小、耗油少，对空气污染轻，运载量大，能垂直起落和悬浮空中。因此，在20世纪70年代又有些国家提出制造充氦飞艇的设想，现已实现。今后，飞艇在勘探、运输、救灾、海洋研究、通信广播中，将有更广阔的应用前景。

2. 密度计

密度计也叫比重计或浮秤，是工农业生产和科学实验中使用很普遍的一种测量液体密度的仪器。它是一根密闭的玻璃管，上部粗细均匀，内壁贴有刻度纸，下部较粗，下端装有铅丸或水银，使玻璃管能竖直浮在液面上。

常用的密度计有两种。一种是用来测量密度大于水（即密度大于$1.0\times10^3\ kg/m^3$）的液体的密度计，俗称比重表，它的下部装的铅丸或水银多一些。这种密度计的最小刻度是1.00，它的最小刻度线在最高处，由上而下顺次是1.1，1.2，1.3，…，全部刻度线都在1.00刻度的下面。另一种是用来测量密度小于水的液体的密度计，俗称轻表，它的下部装的铅丸或水银少一些。这种密度计的最大刻度是1.00，它的最大刻度线在最低处，由下而上顺次为0.9，0.8，0.7，…，全部刻度线都在1.00刻度的上面。

另外在贸易、生产和化学实验中，还常用到酒精计（直接指出酒精的浓度）、硫酸计（直接指出硫酸的浓度）、检乳计（直接指出牛奶的浓度）等。这些仪表实质上也都是密度计，只是它们的刻度不是指出密度的大小，而是直接指出所要测的数据罢了。

第十一章
功和机械能

一、《课标》要求及课时建议

（一）《课标》要求

3.2.1　知道动能、势能和机械能。通过实验，了解动能和势能的相互转化。举例说明机械能和其他形式能量的相互转化。

3.2.2　知道机械功和功率。用生活中的实例说明机械功和功率的含义。

（二）课时建议

第1节	功	1课时
第2节	功率	1课时
第3节	动能和势能	1课时
第4节	机械能及其转化	1课时

二、编写意图

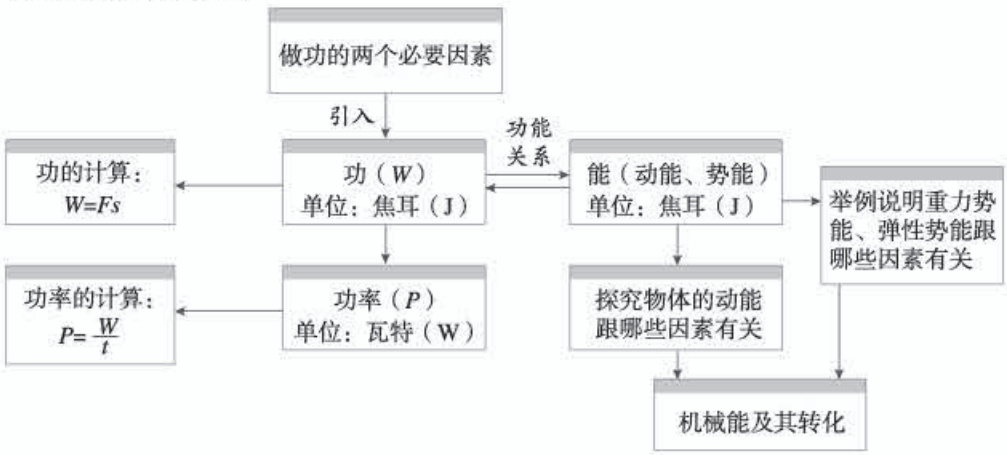
（一）本章概述

能量是《课标》中科学内容的三大主题之一，这充分说明了能量在初中物理课程中的重要地位。本章通过功、功率的教学，为学生认识能作了铺垫。由于只要求初中学生初步认识能量概念，所以教科书并未追求能量概念的严密性，而是在功的知识的基础上，直接从功和能的关系引入能量的概念——物体能够对外做功，我们就说这个物体具有能量。教科书通过列举生产、生活中一些物体具有能量的实例，引出了动能和势能的概念。在此基础上，实验探究物体的动能跟速度、质量的关系，根据生产和生活中的现象说明势能大小

的决定因素。认识机械能是常见的能量形式之一，了解机械能的转化和守恒，为后续学习内能以及能量转化和守恒定律打基础。

本章的章首图展示的过山车运动惊险刺激，章首语中提出的物理问题引导出这一章的主题——功和机械能。满载游客的过山车是依靠机械装置的推力上升到最高端的，此时它的势能达到最大值。当过山车从最高端下来时，它的势能不断地减少，势能转化成了动能，所以过山车像一匹脱缰的野马，从轨道的最高端飞驶而下！过山车上下翻腾，动能、势能相互转化，速度不断变化。

本章内容结构如下。



（二）认识功和功率

功的概念起源于早期工业革命的需要，当时的工程师们需要一个比较蒸汽机效益的办法。在实践中，大家逐步同意用机器举起的物体所受的重力与高度之积来量度机器的输出，并称之为功。功是本章教学的难点。如何让学生正确认识功的概念？编者在以下几个方面做了努力。

1. 认识做功的含义

生活中没有功这个概念，学生很难认识功。教科书重视学生的生活经验，选取与物理学引入功的概念类似的实例——叉车托举货物（图11-1），分析叉车托起货物的过程，说明托举货物的力使货物移动了一段距离，货物被举高，机械工作的成效显现出来了，随后给出物理学中做功的含义。恰当地选取实例，可以有效地帮助学生完成对做功的感性认识。



图11-1

2. 描述做功的两个必要因素

通过“想想议议”总结教科书图11.1-2所示实例中力做功的共同点，以及教科书图11.1-3所示实例中力不做功的原因。分析实例，帮助学生经历描述做功的两个必要因素的过程，即作用在物体上的力和物体在这个力的方向移动的距离。

3. 定量计算功的大小

功的大小由力和物体移动的距离决定，由此引出功的计算公式，并介绍功的单位。初中只计算力的方向与物体移动方向相同情况下的功，不涉及力和运动方向成角度的问题。教科书设计马拉雪橇的例题，目的是引导学生利用公式进行功的计算，从而进一步巩固对功的概念的认识。

4. 定义功率的概念

与速度、密度和压强的定义方法相同，功率也是采用比值法定义的物理量。教科书通过往楼上搬运砖的实例创设情境，让学生思考做相同的功，用时不同，引出做功快慢的问题，为功率概念的提出作铺垫。

通过“想想议议”让学生讨论老爷爷和小女孩爬楼梯的实例。爬相同的楼梯，老爷爷的质量大，做功多；小女孩质量小，做功少；但小女孩爬得快，做功时间短。这就需要引入同时考虑做功的多少以及做功时间长短的物理量。类比速度是表征物体运动快慢的物理量，做功的快慢取决于相同时间内做功的多少，因此新概念的引入需要用功与做功所用时间的比来完成，它的大小为单位时间所做的功。

（三）突出能做功的物体具有能量的思想

能量一词学生在生活中经常会听到，但能量概念却很抽象。机械能是最常见的一种能，是学生比较容易理解的。教科书注意用具体的实例引入能量的概念。例如，流动的水能够推动水车、拉开的弹弓能够将弹丸射出，它们的共同之处在于能够对外做功，这样就把“能”和前面学过的“功”联系起来了，能量就是物体做功的本领。

教科书在定性引入重力势能和弹性势能时采用同样的处理方法。引入重力势能时通过分析打桩机打桩的实例，说明重锤落下对桩做功，得出高处的物体具有重力势能。引入弹性势能时通过实例，说明发生弹性形变的物体在恢复形变时能够对物体做功，得出发生弹性形变的物体具有弹性势能。

这样处理虽然不够严谨，但比较符合学生的认知水平，便于学生从整体上理顺功和能之间的关系。

（四）明确“探究物体的动能跟哪些因素有关”实验的逻辑关系

为使学生能定性地描述动能，教科书设计了“探究物体的动能跟哪些因素有关”的实验。这个实验的逻辑关系如下。

首先，学生通过前面的学习已经知道，运动的物体将相同质量、静止的物体向前撞得

越远，说明运动物体所具有的动能越大。

然后，观察从不同高度由静止滚下的同一钢球，滚到同一平面时速度大小不同，从较高处滚下的钢球速度大。速度大的同一物体能将木块撞得远，说明质量相同的物体速度大，动能大。

最后，观察速度相同、质量不同的钢球，质量大的能将木块撞得远，说明速度相同的物体，质量大，动能大。

需要明确，“质量相同的物体，运动的速度越大，动能越大；运动速度相同的物体，质量越大，动能也越大”的说法是一种粗略的定性比较，不指成正比地变化。

（五）利用机械能及其转化渗透守恒思想

自然界是千变万化的，而科学就是要在这变化莫测的自然界中找出不变性，找出各种各样的守恒律。学生在学习质量的过程中已经体会到质量守恒的思想，而在动能和势能的转化中将进一步体会能量的转化与守恒。

在介绍动能和势能的转化时，教科书通过分析射箭、蹦床这些实例中的能量转化过程，并通过滚摆、铁锁的摆动等有趣的实际操作，使学生进一步体会和初步认识机械能的转化和守恒。

能量的利用对人类生活有着巨大影响，能源的开发和利用是非常重要的社会问题，而机械能的利用有着悠久的历史，同时也是现代社会倡导的可再生的清洁能源。因此，教科书在机械能的转化和守恒之后介绍了水能和风能的利用。虽然学生还没有学习电能，但根据生活经验，他们也能理解水力发电和风力发电。另外，“科学世界”栏目中的“人造地球卫星的机械能转化”是关于机械能守恒的好素材，可以拓展学生的视野。

三、教材分析与教学建议

第1节　功

（一）教学目标

1. 知道力学中做功的含义。能说出做功包含的两个必要因素，并能判断出力是否对物体做功。能列举出生活中关于做功的实例。

2. 明确计算功的大小的表达式，以及表达式中每个物理量的物理意义和单位。

3. 能应用公式 $W = Fs$ 进行简单的计算。

（二）教材分析与教学建议

解决力学问题时，如果从能量角度研究，有时会更简便。研究功的重要意义在于，可以通过做功研究能量的变化，为研究能量转化过程奠定定量分析的基础。对功的概念的认识水平直接影响能的概念的形成和功能关系的建立。

本节内容由“力学中的功”和“功的计算”两部分构成。其中，“力学中的功”通过研究工作是否有成效使学生认识到做功包含的两个必要因素，为功的计算打好基础。“功的计算”明确了功的计算方法，从定量的角度研究功。

本节教学的重点是明确力学中功的含义，难点是判断力是否对物体做功。教师可以引导学生通过对生活实例的辨析，对做功有初步认识。教学中，可以利用教科书“想想议议”栏目中的实例，区分力是否对物体做功，认识做功包含的两个必要因素，并强调力的方向与物体移动方向一致。要求学生能应用公式 $W = Fs$ 进行简单的计算。

1. 力学中的功

教科书利用节首图中叉车托举货物的实例，引导学生判断机械工作是否有成效。教学中可以通过播放叉车工作的实际情景引入新课，也可以演示托举物体向上移动引出机械工作的成效。在此基础上提出，如果一个力作用在物体上，并且物体在力的方向上移动了一段距离，这个力的作用就有了成效，物理学中就说这个力对物体做了功。

《课标》要求知道机械功，用生活中的实例说明机械功的含义。具体地说是指能结合生活中的实例说明做功的两个必要因素，只要学生能通过举例、作图等方式描述机械功即可。教科书中的“想想议议”栏目提供生活中的实例，引导学生通过对实例的分析得出机械功的两个必要因素，说明机械功的含义。

判断力是否对物体做功是本节教学的难点，需要帮助学生学会判断的方法。可以针对“想想议议”栏目中的实例组织学生分析讨论，得出做功时物体受到了力的作用，同时物体在力的方向上移动了一段距离。

教学片段　利用作图的方法研究做功的两个必要因素

作图　要求学生在每个实例的图中标注人对物体施加力的方向和物体移动的方向。

讨论　根据图11-2和图11-3所示，分别判断做功和不做功两种情况的特点。



甲　小车在推力的作用下向前运动了一段距离　　乙　物体在绳子拉力的作用下升高

图11-2　力做功的实例

结论　作用在物体上的力F使物体在力F的方向上移动了一段距离s，物理学中就说这个力做了功。这个功包含了两个必要因素：一个是作用在物体上的力；另一个是物体在这个力的方向上移动的距离。



甲　提着滑板在水平路面上前行　　乙　搬而未起

图11-3　力不做功的实例

这个教学片段旨在帮助学生掌握分析问题的方法。通过作图，学生会明确研究问题的方向，直观地判断。做功的两个实例中物体移动的方向与力的方向一致，而没有做功的两个实例中力的方向与物体移动的方向垂直或者在力的方向上没有发生移动。由此可以确定，力对物体做功需要两个要素。在两个没有做功的实例中，判断图11-3甲中的男孩是否做功较难，因为滑板既受到了力的作用，还移动了距离，因此在教学中要不断强调力与物体移动的方向一致。

2. 功的计算

在初中，功的计算只涉及力的方向与物体移动方向相同的情况。教学中，功的计算公式$W=Fs$直接给出，应该强调单位的统一，各物理量要使用国际单位。例题的教学需要根据学生的实际情况给予指导，为降低难度，可以把分析过程分解成多个思维层次。

教学片段　关于功的计算的例题教学

针对教科书例题所给条件进行分析：

▼明确研究对象，分析研究对象受到几个力的作用。

▼哪个力做了功？

▼做功的力是对什么物体做了功？

▼重力是否做了功？为什么？

这个教学片段旨在为学生养成良好的理性思维习惯创设条件。通过分析使学生明确，物体的运动方向是水平的，马的水平拉力与物体的运动方向一致，因此计算功的大小应该利用水平拉力的大小800 N与水平运动的距离3 000 m。重力方向与运动方向垂直，因此重力没有做功。

（三）“动手动脑学物理”参考答案及说明

1. 250；0

2. $F=\dfrac{W}{s}=\dfrac{3\times10^5\text{ J}}{400\text{ m}}=750\text{ N}$

说明：第1、2题通过实例考查学生是否知道机械功的两个必要因素，能否计算机械功的大小，以及能否根据变形公式计算其他物理量的大小。

3. 挺起杠铃的高度大约是2 m，因此有

$$F=G=mg=176\ \text{kg}\times 10\ \text{N/kg}=1\ 760\ \text{N}$$

$$W=Fs=Gh=1\ 760\ \text{N}\times 2\ \text{m}=3\ 520\ \text{J}$$

大约做了3 500 J的功。

4. 30个鸡蛋重约15 N，5楼高约12 m，则

$$W=Fs=Gh=15\ \text{N}\times 12\ \text{m}=180\ \text{J}$$

说明：第3、4题要求学生根据功的计算公式估测功的大小。第3题需要学生根据生活经验估测运动员举起杠铃时，杠铃所处的高度。第4题中做功的两个必要因素都需要估测。鸡蛋重和上楼的高度在学生的生活中都是常见的物理量，有意识地引导学生关注生活，估测生活中的物理量，有利于学生体会物理与生活的联系。

（四）补充练习

1. 图11-4中呈现的是起重机运输重物的过程。在这个过程中，钢丝绳的拉力一直都在对重物做功吗？为什么？



图11-4

答案：在拉力作用下，重物从*A*运动到*B*时，拉力方向与重物运动的方向相同，拉力对重物做了功。重物从*B*运动到*C*时，沿水平方向运动，拉力方向与重物运动的方向垂直，拉力对重物没有做功。

说明：本题从判断拉力是否做功的角度考查学生对做功的两个必要因素的掌握情况，强调用生活中的实例来认识机械功的含义。

2. 水平地面上有一重4 N的球，小孩用10 N的力踢球，球离脚后在地面上滚动了2 m，那么小孩对球做的功为（　　）

A. 8 N　　B. 20 N　　C. 28 N　　D. 不能确定

答案：D

说明：解答本题时很容易错误地认为*s*=2 m，而错选选项B。实际上球从被踢到运动停止，经历了两个过程。第一个过程从小孩的脚与球接触开始，到球离开脚为止。这一过程中，球受到小孩对它的作用力，并在此力的方向上移动，但移动的距离题目未告知。第二个过程是球由于惯性而运动。这一过程中，球虽然移动了2 m，但球不受小孩的作用力，

因此此过程中小孩对球不做功。所以小孩对球做的功不能确定。

3. 图11-5中的老人将重为100 N的袋子匀速向上提起3 m，他对袋子做的功是多少？



图11-5

答案：300 J

4. 用200 N的水平力推着质量是50 kg的小车在水平路上前进，做了3×10^4 J的功，小车前进的距离是多少？

答案：$s=\frac{W}{F}=\frac{3\times10^4\text{ J}}{200\text{ N}}=150\text{ m}$

第2节　功率

（一）教学目标

1. 知道功率。能说出功率的物理意义，并能写出功率的定义式$P=\frac{W}{t}$及其单位。

2. 能结合生活中的实例说明功率的含义。

3. 能应用功率的定义式进行简单计算，并能利用功率的概念设计测量生活中功率的大小。

（二）教材分析与教学建议

本节在学习机械功之后，从做功快慢的角度认识功这个物理量。功率在实际生活中具有重要意义，也是后续学习电功率等知识的基础。

教科书通过对生产、生活实例的分析，采用比值定义的方法引入功率的概念。要求学生明确功率的物理意义，能进行简单的计算，并能利用功率的概念测量生活中功率的大小。对功率概念的认识是本节教学的重点。功率与功的关系和物体运动速度与距离的关系相似，学生在学习速度概念的基础上容易进行知识的正向迁移，所以可以结合实例采用类比的方法引入功率的概念。这样既有利于学生认识与记忆，也可以渗透科学方法教育。

1. 功率概念的引入

在认识功的基础上，怎样引入功率的概念？学生在学习过程中往往容易混淆功率与做功的多少，认为做功越多，功率越大。可见，对多少与快慢的区分是学习功率概念的关键。

教学片段　功率概念的引入

实例1　一个大人和一个小孩分别将5块砖运到二楼（图11-6），这个过程中是否有力对砖做功？做功的多少是否相同？做功的快慢是否相同？

实例2　如果大人和小孩同时不间断地搬砖到二楼共15 min，他们对砖做功的多少是否相同？做功的快慢是否相同？

实例3　如果大人和小孩不搬砖，一起爬相同的楼梯，做功相同吗？做功的快慢相同吗？



图11-6

分析

实例1中，做同样多的功，时间不同，时间短的做功快。

实例2中，时间相同，做功多少不同，做功多的做功快。

实例3中，做功的多少不同，时间长短可能不同，很难比较做功的快慢。

下面采用类比的方法进行比较。

比较做功的快慢

▼时间相同，比较做功的多少；

▼做功的多少相同，比较时间；

▼做功的多少、时间都不相同，如何比较做功的快慢？

用做功的多少除以做功的时间，以保证做功的时间相同。

比较运动的快慢

▼时间相同，比较路程；

▼路程相同，比较时间；

▼路程、时间都不相同，如何比较运动的快慢？

用路程除以时间，以保证时间相同。

功与做功所用时间之比叫做功率，它在数值上等于单位时间内所做的功。

路程与时间之比叫做速度，它在数值上等于单位时间内通过的路程。

这个教学片段注重从生活经验入手，对具体的实例进行分析、判断，为“想想议议”中的三种比较做功快慢的方法赋予具体的情境，学生理解起来比较容易。其中第三种情境中大人和小孩的做功多少和爬楼梯时间均不相同，无法直接比较，因此引入功率的定义。

功描述做功的多少，功率描述做功的快慢。教学中，可以通过与速度类比引入功率

温馨提示：功和功率是两个不同的概念。做功多，不一定做功快。同样，功率大，不一定做功多。用功率的定义式$P=\frac{W}{t}$计算时，要注意单位统一。强化瓦特是焦耳每秒的专用名称，明确瓦特的含义。

的概念。通过类比，从科学方法角度对学生进行思维训练，使学生对类比法和比值定义法有更深刻的认识，为今后研究类似的问题提供方法上的帮助。

2. 功率的测量

对于生活中一些物体做功的功率，在阅读教科书的基础上可让学生谈一谈功率在生活中的作用，从生活经验的角度去体会功率的物理意义。还可以在教学过程中利用功率的公式，引导学生设计测量人爬楼梯的功率的课后活动方案。

教学片段　设计活动方案：比比谁的功率大（上楼）

选题　测量学生上楼的平均功率。

设计　研究对象是人。假设人匀速上楼，人受到与自身重力平衡的力使其升高，人上楼做的功 $W=Fh=Gh=mgh$，功率 $P=\frac{W}{t}=\frac{mgh}{t}$。要测量学生上楼的功率 P，需要测出质量 m、高度 h、时间 t 三个物理量。

器材　针对这三个物理量分别选择体重计、皮尺、秒表（如果有更好的测量工具亦可）。

步骤

▼ 用体重计测出质量 m；

▼ 用皮尺测出上楼的高度 h；

▼ 用秒表测出上楼所用的时间 t；

▼ 用公式 $P=\frac{W}{t}=\frac{mgh}{t}$ 求出人上楼的功率 P。

学生姓名	质量 m/kg	高度 h/m	时间 t/s	功率 P/W

这个教学片段旨在为学生提供制订计划、设计实验、训练技能的机会，为加深对功率概念的认识提供实践体验的机会。这个实验涉及的物理量较多，因此在实验设计的环节要注意循序渐进。

（三）“动手动脑学物理”参考答案及说明

1. 由题意可知甲登山所用的时间较短，但不知道甲、乙二人的质量，因此无法比较二人登山时所做的功，无法判定哪个人登山的功率大。

说明：本题考查学生对功率概念的认识。做功多不一定功率大，时间短也不一定功率大。

2. $G=mg=1.2\times10^3\ \text{kg}\times10\ \text{N/kg}=1.2\times10^4\ \text{N}$

$h=3\times3\ \text{m}=9\ \text{m}$

$W=Gh=1.2\times10^4\ \text{N}\times9\ \text{m}=1.1\times10^5\ \text{J}$

$P=\dfrac{W}{t}=\dfrac{1.1\times10^5\ \text{J}}{10\ \text{s}}=1.1\times10^4\ \text{W}$

3. $W=P_{机}t_{机}=2.5\times10^4\ \text{W}\times4\times3\ 600\ \text{s}=3.6\times10^8\ \text{J}$

$t_{牛}=\dfrac{W}{P_{牛}}=\dfrac{3.6\times10^8\ \text{J}}{400\ \text{W}}=9\times10^5\ \text{s}=250\ \text{h}$

4. $W=Pt=2.02\times10^5\ \text{W}\times2\times3\ 600\ \text{s}=1.45\times10^9\ \text{J}$

$s=vt=\dfrac{80\times1\ 000}{3\ 600}\ \text{m/s}\times7\ 200\ \text{s}=1.6\times10^5\ \text{m}$

$F=\dfrac{W}{s}=\dfrac{1.45\times10^9\ \text{J}}{1.6\times10^5\ \text{m}}=9.1\times10^3\ \text{N}$

说明：第2、3、4题主要考查学生是否会用功、功率的公式进行计算，以及是否会利用变形公式求其他物理量。

（四）补充练习

1. 同学们课间进行引体向上比赛，你能估测出谁的功率大吗？说出你的判断方法。

答案：先测出某同学的质量，计算出体重。然后测量他每次上升的高度和时间。最后利用公式$W=Gh$和$P=\dfrac{W}{t}$计算比较。也可以在相同时间内比较同学之间做功的多少。

2. 将一个重100 N的箱子匀速举高2 m，所用时间为4 s，对箱子做功的功率是多少？

答案：$P=\dfrac{W}{t}=\dfrac{Gh}{t}=\dfrac{100\ \text{N}\times2\ \text{m}}{4\ \text{s}}=50\ \text{W}$

3. 一台起重机的功率是20 kW，它在5 s内可以做多少功？做5×10^6 J的功需要多长时间？

答案：$W_1=Pt_1=2\times10^4\ \text{W}\times5\ \text{s}=10^5\ \text{J}$

$t_2=\dfrac{W_2}{P}=\dfrac{5\times10^6\ \text{J}}{2\times10^4\ \text{W}}=2.5\times10^2\ \text{s}$

4. 小红到郊区游玩，看到农民伯伯用水泵灌溉大片农田。若水泵在0.4 h内把360 m^3的池塘水抽到4 m高的水渠中，则水泵的功率至少应是多少？

答案：水泵抽水的质量$m=\rho V$，这些水所受的重力$G=mg=\rho Vg$，抽这些水做的功$W=Gh=\rho Vgh$，所以水泵的功率$P=\dfrac{W}{t}=\dfrac{\rho Vgh}{t}=\dfrac{1\times10^3\ \text{kg/m}^3\times360\ \text{m}^3\times10\ \text{N/kg}\times4\ \text{m}}{0.4\times3\ 600\ \text{s}}=10^4\ \text{W}=10\ \text{kW}$。

第3节　动能和势能

（一）教学目标

1. 能通过实例从做功的角度描述能量。能说出能量与做功的关系。记住能的单位。
2. 能利用实例或实验初步认识动能、势能的概念，并能运用其解释相关的现象。
3. 能通过实验探究，了解动能、势能的大小跟哪些因素有关。
4. 具有从能量的角度分析物理问题的意识。

（二）教材分析与教学建议

功和能有密切联系，功是能量变化的量度，做功的过程是能量转移或转化的过程。本节介绍了常见的动能和势能，既密切联系前面学过的运动、重力、弹力等知识，还注意引导学生观察生产、生活中的能量现象。本节内容也是后面学习其他各种形式的能以及能量转化和守恒定律的基础。

本节内容由“动能”和“势能”两部分构成。其中，动能、重力势能和弹性势能概念的引入均以能做功的物体具有能量的思想为基础。教科书先简单介绍功和能的关系，然后通过大量实例让学生感受到动能和势能的存在。

影响动能和势能大小的因素是本节教学的重点，也是难点。其中涉及测量量的转换问题。教科书安排了相应的实验，让学生通过观察实验认识动能的大小与什么因素有关。这个实验是进一步认识势能的基础，可以引导学生利用身边的器材设计实验，增加他们的实践体验。

1. 动能

动能概念的引入以能做功的物体具有能量的思想为基础，通过列举生活中的实例，让学生感知这些物体能够对外做功的共同原因是这些物体具有能量。

教学片段1　运动的物体具有能量（演示）

视频　流水推动水磨，风推动帆船，子弹击穿木块等。

演示1　用上发条的小汽车拖走小木块。

演示2　水流使水轮机（模型）转动。

演示3　玩具手枪射出的子弹推动泡沫塑料。

……

分析　运动的车、风、流水、子弹都在运动过程中对外做了功，这些物体具有能量。物体由于运动而具有的能叫做动能。

教学片段2　探究动能大小与哪些因素有关（学生实验）

设计实验　用钢球从斜面滚下撞击物体做功，来研究动能大小与哪些因素有关。被撞击物体运动得越远，说明钢球的动能越大，这使得钢球动能的大小可以用物体被撞击的远近来表示。

按照教科书图11.3-2组装实验器材。

实验1　用同一钢球以保持质量不变。让钢球分别从不同高度由静止开始滚下，使其到达水平面时的运动速度不同。钢球运动到水平面时撞击另一物体，观察物体被撞击后运动的距离。

实验2　使钢球从斜面的同一高度由静止开始滚下，以保持钢球到达水平面时的运动速度相同，用大小不同的钢球以改变质量。观察物体被钢球撞击后运动的距离。

温馨提示：选择实验器材时要考虑被撞击物体运动的距离不能过短或者超过平板长度，以便比较前后几次测量结果。撞击物体和被撞击物体要根据斜面的倾斜程度、撞击物体放置的高度、斜面的长度去选择，要经过反复试验，并在斜面上做好标记，以便实验时能够快速找到合适的位置释放撞击物体，达到最佳的实验效果。

分析论证　实验1的结果表明，质量一定，钢球滚下的高度h越高，运动到水平面时越快，物体被撞击后运动的距离s越远。这反映出钢球动能的大小与速度有关，速度越大，动能越大。实验2的结果表明，速度一定，质量越大的钢球，使物体被撞击后运动的距离s越远。这反映出钢球动能的大小与质量也有关，质量越大，动能越大。

教学片段1力求从生活实例出发，直观展示运动物体对外做功的物理过程，引导学生归纳、总结各实例的共同本质特征，从而给出动能的定义。

教学片段2关注动能的大小与哪些因素有关的实验探究过程，重点是设计实验，应注意引导学生明确测量量的转换。

在进行“想想议议”栏目的教学时，应注意引导学生运用决定动能大小的因素分析和解释现象，深化对动能的认识。在引导学生分析交通标志牌时，可以运用控制变量的方法。分析机动车的最高行驶速度限制时，要控制同一辆汽车质量不变，速度越大，具有的动能越大。当控制载货汽车和小汽车速度相同时，由于载货汽车的质量大，它具有的动能就大，刹车阻力相同时，它滑行的距离长，容易与前面的车相撞，相撞时冲击力也更大。所以要限制机动车的速度，对载货汽车设定更小的最高行驶速度。

2. 重力势能

重力势能概念的引入方式与动能相同，即以能做功的物体具有能量的思想为基础，通

过列举生活中的实例让学生感受到，位于高处的物体下落时可以做功，表明这个物体具有能量。

教学片段1　位于高处的物体具有能量（演示）

设置情景　如图11-7所示，在小汽车的上方有一个用细绳悬挂的重物。这是为学生设置的一个小汽车通过上方有危石路段的情景。细绳要足够细，给学生一种“危”的感觉。

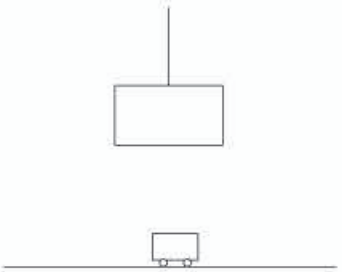


图11-7

提出问题　细绳悬挂的重物具有能量吗？如何判断它是否具有能量？

分析讨论　要想判断物体是否具有能量，就要看它是否能对外做功。细绳如果断开，重物会下落，会对小汽车做功。所以位于高处的物体具有能量。

教学片段2　重力势能大小与哪些因素有关（演示）

器材　刻度尺、桌腿尖的小桌、不同质量的重物（铁块、石块等）、沙子。



图11-8

演示　如图11-8所示，桌腿朝下放在沙子上，让同一重物从不同高度自由落下，记录小桌被打入沙子中的深度。再让质量不等的重物从同一高度自由落下，记录小桌被打入沙子中的深度。

分析　实验数据表明，质量一定时，物体的位置越高，具有的重力势能就越大；高度一定时，质量越大的物体具有的重力势能越大。

巩固　尝试解释为什么花盆放在高楼阳台的边缘很危险。

温馨提示：每次撞击时要保证重物撞击在小桌的中心部位，使四条桌腿进入沙中的深度均匀。

教学片段1关注重力势能概念的引入，引导学生分析得出位于高处的物体具有做功的本领，这样的能叫做重力势能。教学中有必要说明物体位于高处是一种相对的说法。

教学片段2关注重力势能的大小与哪些因素有关。实验的重点是猜想与假设和设计实验，特别是如何比较重力势能的大小。这个实验采用从高处用重物下落撞击小桌，通过桌腿陷入沙子的深度判断重物重力势能的大小。另外，由于选用了以前用过的实验器材，为学生提供了一物可以多用的信息，可以启发学生今后进行实验研究时创造性地选择器材。

3. 弹性势能

弹性势能概念的引入同样是以能做功的物体具有能量的思想为基础，通过列举生活中

的实例让学生感受到，发生形变的物体在恢复形变时可以对外做功，由此可以说这个物体具有能量。

教学片段1　发生弹性形变的物体具有能量（演示）

视频　播放高速摄影的视频资料，让学生感受物体发生弹性形变的过程。例如，观看发生形变的网球拍能将网球弹出的过程。

演示1　如图11-9所示，烧断拉紧的绳，被压缩的弹簧立即弹开，能把上面的砝码举起，弹簧的弹力对砝码做了功。

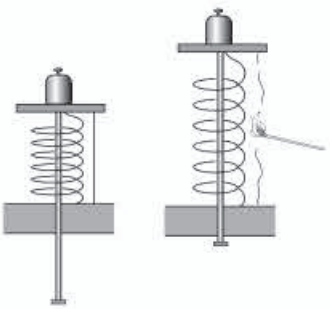


图11-9

演示2　打开回力玩具车外壳，让学生观察车内发生弹性形变的钢条。向后转动车轮，使钢条卷紧，放手后，车跑动起来。

……

分析　发生形变的网球拍、被压缩的弹簧、卷紧的钢条……在恢复形变时可以做功，它们都具有能量。这种能量就是弹性势能。

教学片段2　弹性势能的大小与物体弹性形变的关系（课外小制作）

实验1　拉开弹弓的橡皮筋（自制，弹性要小，以保证安全）将“弹”射出。

在弹性限度内，橡皮筋被拉的长短不同，“弹”被射的远近也不同。

实验2　用笔帽类的小物体将废圆珠笔中的小弹簧压缩（图11-10），松开手时，弹簧会推动小物体发生移动。在弹性限度内，弹簧被压缩的程度不同，物体被推动的距离不同。



图11-10

分析　实验1和实验2的结果表明，物体的弹性形变越大，它具有的弹性势能就越大。

教学片段1力求从实例出发，直观展示物体发生弹性形变的物理过程，引导学生归纳、总结各实例的共同本质特征，从而给出弹性势能的定义。

教学片段2旨在让学生通过动手制作并实验，体验弹性势能的大小与物体弹性形变的关系。

（三）“动手动脑学物理”参考答案及说明

1. 自行车的速度越大，动能就越大，刹车阻力相同时，刹车需要的距离就越长，车越不容易停下来，容易发生危险，所以骑自行车时速度不能太快。

2.（1）汽车在运动，具有动能。

（2）吊灯在高处，具有重力势能。

（3）“在空中”“飞行”分别说明飞机具有重力势能和动能。

（4）被拉开的弹弓发生了弹性形变，具有弹性势能。

说明：本题通过列举实例考查学生能否根据动能和势能的定义进行正确识别，考查学生对动能和势能的认识。

3. 扔出的馒头由于具有惯性，与火车运动的速度相同，速度越大，动能越大，所以能把人砸伤。

说明：第1、3题通过对实际问题的判断和解释，考查学生对影响动能大小因素的认识。同时，对学生间接地进行交通安全的教育。

4. 以行走的牛和飞行的步枪子弹为例，行走的牛尽管质量很大，约是子弹的10^5倍，但速度较小，动能并不大；飞行的子弹尽管质量不大，但速度很大，约是行走的牛的10^3倍，动能是行走的牛的几十倍。可见，速度对动能的影响比质量对动能的影响大。

说明：本题考查学生对相关数据的定量分析能力，拓展了动能的相关知识，有利于提高学生关注生活、乐于对物理现象进行分析判断的意识。

5. 水库中水的重力势能大小与水的质量和高度有关，虽然大笛克桑斯大坝比葛洲坝拦河坝高，但我们并不知道水库中水量的多少，所以不能简单地得出结论。

说明：本题通过对水库中水的重力势能的比较，考查学生对重力势能大小与哪些因素有关的应用。

（四）补充练习

1. 质量较大的大雁与质量较小的燕子在空中飞行，如果它们的动能相等，那么_____飞得快。

答案：燕子

说明：本题是在知道动能相等的情况下，逆向思维判断物体的运动速度的大小。类似的习题还可以设计为已知重力势能或弹性势能相等，研究物体的质量、高度、弹性形变的大小等。

2. 同学们要研究弹性势能大小与什么因素有关，甲同学猜想可能与物体发生的弹性形变大小有关。他采用一根橡皮筋水平弹射纸团的方法进行研究，下表是研究过程中记录的测量结果。

橡皮筋伸长量/cm	5	10	15
纸团飞行距离	短	长	更长

根据以上测量结果可以得出的结论是什么？橡皮筋的弹性势能还可能与什么因素有关？试着猜想一下。

答案：在弹性限度内，橡皮筋伸得越长，橡皮筋发生的弹性形变越大，它的弹性势能越大，橡皮筋的弹性势能转换成纸团的动能就越大，纸团飞行的距离就越长。

橡皮筋的弹性势能还可能与橡皮筋的材料、长度、粗细等因素有关。

说明：本题从学生进行科学探究的角度考查学生的猜想与假设、分析论证数据的能力。教学中教师也可以将这个实验作为研究弹性势能大小与什么因素有关的方案。

3. 小明通过下面的实验，研究“动能的大小与物体运动的速度有关”的问题。质量相同的小球，从斜面上不同高度处滚下，小球到达平面时的速度是_____（填“相同”或“不同”）的。

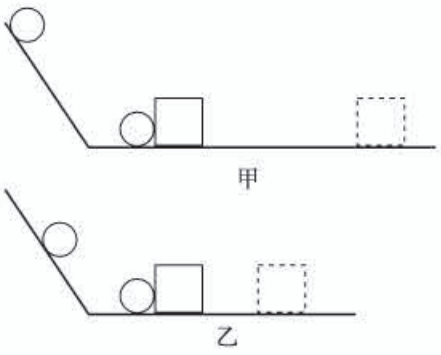


图11-11

实验1　将小球从斜面顶端自由滚下（图11-11甲），观察到木块被撞出了一段距离。

实验2　将小球从斜坡中间自由滚下（图11-11乙），观察到木块被撞的距离比实验1的距离_____。

由上述实验结果，你能得出动能的大小与物体运动的速度有关吗？

答案：不同；短；能

说明：该问题是把木块被撞得远近转换成小球动能的大小来考虑的，木块被撞得越远表明小球动能越大。

第4节　机械能及其转化

（一）教学目标

1. 知道动能、重力势能和弹性势能统称为机械能。

2. 能通过实验或实例，认识物体的动能和势能可以相互转化。能解释与机械能转化有关的现象。

3. 通过实例认识能量可以从一个物体转移到另一个物体，不同形式的能量可以互相转化。通过水能和风能的利用知道人类如何利用机械能的转化与守恒解决实际问题。提高运用机械能转化与守恒观点分析力学问题的意识。

（二）教材分析与教学建议

本节要求学生不仅要知道动能和势能之间可以相互转化，而且要了解转化过程中遵从的规律。教学中，以渗透机械能守恒的思想为前提，加强实验，并利用动画、视频等，激发学生的学习兴趣，使学生能够从影响物体动能、重力势能和弹性势能大小的因素的角度

判断物体的机械能如何变化。

本节内容由“机械能及其转化”和“水能和风能的利用”两部分构成，教学重点是动能和势能之间的转化。为了能够从转化和守恒的观点将动能和势能联系起来，可以让学生分析、讨论生活现象如荡秋千、跳蹦蹦床、拍皮球等过程中物体高度、速度的变化，进而讨论动能和势能的变化情况，引出动能和势能的转化规律。

1. 机械能及其转化

教科书通过实例总结性地给出动能和势能可以相互转化。教学中，可以分别研究动能和重力势能的相互转化、动能和弹性势能的相互转化。

动能和重力势能的相互转化 教科书中“想想做做”栏目设计了滚摆和单摆两个实验活动，它们是表现物体动能和重力势能之间可以相互转化的典型实例。教学中，可以组织学生进行分组实验，让学生关注物体的运动速度和高度的变化。因为这两个量的变化比较直观，例如小球向下运动时，可以观察到速度增大，高度降低，由此学生就可以判断，物体的动能增加，重力势能减小。

教学片段　动能和重力势能的相互转化（学生实验）

按照教科书图11.4-2组装滚摆和单摆。

实验1　从最高处释放滚摆，分阶段（下降和上升）记录滚摆的运动速度和高度的变化情况。

温馨提示：实验时要将滚摆的侧面朝向学生，也可在滚摆的侧面做相应标记，以便学生观察滚摆转动的速度变化。

	高度	重力势能	运动速度	动能
下降				
上升				

实验2　将单摆的摆球置于A处，分阶段（A~B和B~C）记录摆球的运动速度和高度的变化情况。

温馨提示：单摆的细线不要太短，以便摆动时间足够长，使学生容易判断摆球运动速度的变化。

	高度	重力势能	运动速度	动能
A~B				
B~C				

分析论证　结果表明，滚摆下降时，速度越来越大，它的重力势能在减小，动能在不断增大，重力势能转化为动能；滚摆上升时，速度越来越小，它的重力势能在增加，动能在不断减小，动能转化为重力势能。

分析单摆的运动也能得到相同的结论，说明结果具有一定的普遍性。

这个教学片段旨在加强学生的亲身体验。由于实验过程中物体（尤其是单摆）运动速度和高度的变化有时不易判断，因此要求粗略估测即可。

动能和弹性势能的相互转化　教科书只列举了两个实例确认动能和弹性势能是可以相互转化的，并没有像研究动能和重力势能相互转化一样进行实验探究。教学中，可以采用以下方案研究动能和弹性势能的相互转化。

教学片段　动能和弹性势能的相互转化（视频）

采用视频慢放的方式，将物体的弹性形变和速度清晰地展现出来。

视频1　观看弹簧门开启、自动关闭的全过程。

视频2　观看蹦床运动员的表演过程。

分析　视频1中，一种装有弹簧合页的门开启后，弹簧合页发生形变，弹性势能增大。弹簧合页在恢复原状的过程中，使门获得动能而自动关闭。

视频2中，运动员在最高点时重力势能最大，当与蹦床将要接触时具有一定的动能。与蹦床面接触后，床面发生弹性形变，运动员的动能转化成蹦床的弹性势能，当床面达到最大形变时弹性势能最大。床面在恢复原状的过程中，弹性势能转化成动能。运动员在上升过程中，动能转化为重力势能。

温馨提示：对初中学生来说，蹦床中涉及的能量转化问题比较复杂。教学中，不要对中间过程开展过细的讨论，以免影响重点问题的解决。学生只要能判断出物体最终具有什么形式的能量即可。

这个教学片段关注培养学生的观察、分析能力。视频1中的弹簧合页不易直接观察，需要学生具有将实际问题抽象为物理问题的能力，需要一定的想象力。

在得出动能和重力势能、动能和弹性势能可以相互转化之后，应及时引导学生总结得出动能可以和势能相互转化的结论。

机械能守恒　通过对动能和势能之间转化的研究，可以发现动能或势能减小时不是凭空消失，而是转化成了另一种形式。引导学生分析滚摆上下运动的过程可知，滚摆上升高度逐渐减小是因为受到摩擦力的作用。如果没有摩擦，滚摆的机械能的总量还会不会变化？通过一系列的研究可以知道，如果只有动能和势能相互转化，机械能的总和不变，或者说，机械能是守恒的。

教科书中“想想做做”栏目的内容是机械能守恒知识的应用。由铁锁打不到鼻子可以使学生深刻地体会到，在只有动能和势能相互转化的情况下，机械能是守恒的。也可以将教科书图11.4-3的实验作为课前的引课以激发学生的兴趣。

2. 水能和风能的利用

这部分内容是动能和势能知识的实际应用，是重要的能源教育素材，主要介绍天然的机械能——水能、风能以及人类对它们的开发利用。可以采用阅读教科书、查找相关资料以及与讨论相结合的方式进行学习，也可以结合我国及本地水能和风能开发的成就，或者放映教学录像对学生进行思想教育。有条件的学校可以组织学生参观一个小型水电站或当地的科技馆等。同时，这部分内容也涉及当今世界人类面临的节约能源、开发能源的重大课题。教师应结合能源开发利用方面存在的问题和诱人前景，激发学生节能、开发能源的意识，使他们关注人类文明进步，增强社会责任感。

在学生自主阅读“科学世界”栏目的基础上，教师可以根据学生的需求适当指导。例如，由近地点和远地点这两个信息你能给出什么样的判断？学生通过思考得出，近地点重力势能小，远地点重力势能大。在此基础上分析可知，卫星从近地点向远地点运动时，重力势能增大。由于卫星不受空气阻力，因此它的机械能守恒，所以它从近地点向远地点运动时动能会减小，速度也会减小。

（三）“动手动脑学物理”参考答案及说明

1. 过山车下降时速度越来越大，重力势能转化成动能；上升时速度越来越小，动能转化成重力势能。

说明：本题呼应了章首图，考查学生对动能和重力势能转化的认识程度。

2. 用力向下抛出乒乓球，使球抛出时具有一定的动能。根据机械能守恒，乒乓球弹跳到原来的位置时仍有一定的动能，还能继续运动，到达最高点时的重力势能等于乒乓球抛出时的重力势能与动能之和，因此能使乒乓球弹跳到高于抛出时的位置。

还可以向上抛出乒乓球，理由相同。

说明：本题为动手小实验，是从机械能守恒的角度命题的，综合性较强，解决方案不唯一，具有一定的开放性。

3. 重物在最高点时重力势能最大，当与蹦床将要接触时具有一定的动能。重物与蹦床面接触后，床面发生弹性形变，重物的动能转化成蹦床的弹性势能。当床面达到最大形变时弹性势能最大，重物的速度为0，动能最小。床面在恢复原状过程中，弹性势能转化成重物的动能。重物在上升过程中，动能转化为重力势能。

说明：课堂中学生可能没有机会体验蹦床的工作过程，可以让学生课外完成观察和体验的过程。

4. 罐子滚下斜面后会再沿斜面向上滚动。开始时，罐子和铁块在重力作用下都将沿斜面向下运动。向下运动时，罐子滚动，铁块沿斜面向下做直线运动且相对罐子静止。由于橡皮筋和罐子捆绑在一起，在罐子和铁块的共同作用下，橡皮筋会被卷紧，它的弹性势能持续增加。当橡皮筋卷紧到一定程度时，整个装置的运动速度将会减小。当罐子和铁块的动能全部转化为橡皮筋的弹性势能时，整个装置处于静止状态。此时，橡皮筋要恢复原

状，其弹性势能会转化为罐子的动能，所以罐子会再沿斜面向上滚动。

说明：本题旨在通过小制作提高学生的动手能力和观察能力。要注意引导学生观察实验过程中罐子的运动速度、高度与橡皮筋的弹性形变的变化情况。

（四）补充练习

1. 篮球落到地面又弹了起来，观察到它触地时先被压缩后恢复原状。若不考虑能量损失，下列说法中正确的是（　　）

A. 篮球在下降过程中，动能增大，机械能增大

B. 篮球在被压缩过程中，动能减小，弹性势能减小

C. 篮球在恢复原状过程中，动能增大，弹性势能减小

D. 篮球在上升过程中，动能减小，机械能减小

答案：C

2. 如图11-12所示，人造地球卫星在绕地球椭圆轨道运行的过程中机械能是守恒的，当卫星从近地点向远地点运行时，下列说法中正确的是（　　）



图11-12

A. 动能减小，势能增大

B. 动能增大，势能增大

C. 动能减小，势能减小

D. 动能增大，势能减小

答案：A

3. 蹦极是一种运动游戏。游戏者将一根极有弹性的绳子一端系在身上，另一端固定在高处，从高处跳下后就会上、下运动。图11-13中*A*点是弹性绳自然下垂时绳下端的位置，*B*点是游戏者所能到达的最低点。对于游戏者离开跳台至最低点的过程，下列说法中正确的是（　　）

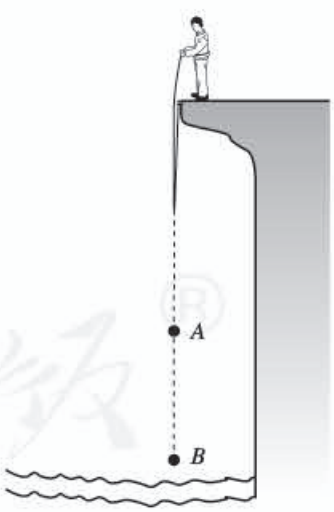


图11-13

A. 游戏者的动能一直在增加

B. 游戏者减少的重力势能全部转化为动能

C. 游戏者通过*A*点之后，绳子具有弹性势能

D. 游戏者到*B*点时，他的动能最大

答案：C

四、教学资源

（一）实验天地

1. 探究物体的重力势能与哪些因素有关

如图11-14，将定滑轮固定在方座支架上，绳的一端系好重物，在方座支架底座上放沙箱，小桌子放在重物正下方的沙土上面。用绳将重物升到一定高度后，放开手，则重物下落到小桌上。小桌就被打入沙土中一定深度。

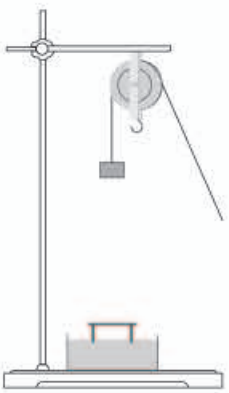


图11-14

增大重物下落的高度，重复上述实验，可看到，小桌被打入沙土的深度也增加。

换用质量大的重物，下落高度与前面相同，重物下落后，可看到小桌被打入沙土的深度又增加一些。

以上实验表明，物体下落高度越大（即举得越高），质量越大，它的重力势能就越大。

2. 物体的弹性形变越大，它具有的弹性势能越大

把锯条的一端固定在方座支架上，另一端（自由端）靠近水平桌面。用手扳自由端使锯条弯曲，把木块贴靠在自由端上，松手后，锯条伸直的过程中把木块弹出，并能使木块克服摩擦力在桌面上前进一段距离。使锯条的弯曲程度大些，重复以上实验，木块前进的距离也大些，即锯条对木块做的功更多些。

把螺旋弹簧挂在支架上，下端悬重物。将弹簧拉长，松手后弹簧复原时，将重物提升做功。弹簧拉长多，对重物做功也多，重物上升得就高。

将压簧放在桌上，木块放在压簧上。将压簧压缩，松手后压簧复原时就将木块弹起做功。压簧压缩得多，对木块做功也多，木块上升得就高。

以上实验表明，固体发生弹性形变（包括拉伸、压缩、弯曲等）时，具有弹性势能。在弹性限度内，形变越大，弹性势能也越大。

3. 自制水轮机

用大罐头盒的薄铁皮，按图11-15剪成直径约12 cm的圆盘，盘中央画一直径约6 cm的圆，中心钻一个小孔。再在圆盘上对称地画出12条

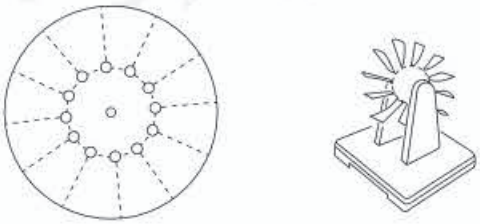


图11-15

虚线，在虚线和小圆周交点处钻出12个直径约为5 mm的圆孔。用剪刀沿虚线把圆盘剪成12个小扇形片，将每一片都按同一方向扭转40°角，制成水轮机的叶轮。穿过它的中心孔装上轴（可用废圆珠笔芯）以及支架和底座等，组装好的叶轮在支架上应能灵活转动。

把大的可乐瓶、乳胶管、夹子和喷嘴，按图11-16所示组装好。在大的可乐瓶中装足水。

打开夹子，使水从喷嘴中射出，射到水轮机的叶片上，水轮机就转动起来。这表明流动的水具有动能，可以推动水轮机转动而做功。

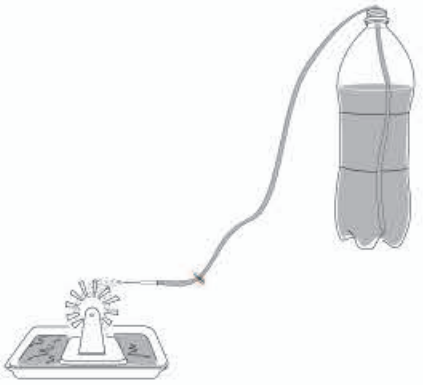


图11-16

摘自《初中物理实验大全》，王兴乃等，武汉大学出版社，1988年2月第1版，有改动

4. 自制滚摆

方法1：将两个输液用葡萄糖瓶子，从瓶口以下约6 cm处截断，将两瓶的截断处用502胶黏合在一起。从两瓶口的胶塞中心，穿一根长约20 cm、粗约8 mm的木棒，用两条弦线紧拴在木棒的两端，再吊在支架上。两手握住木棒，将弦线绕在木棒上（图11-17），即可用这个装置做滚摆实验了。

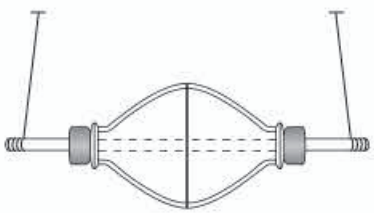


图11-17

方法2：找两个直径约10 cm的废铁皮罐头盒，将内部清洗干净，用剪刀从底部向上1 cm处截断，成两个圆盘形。在两圆盘的圆心处垂直插入一根约8 mm粗、17 cm长的木棍，然后在两盘当中浇灌混凝土，将两盘压紧，待混凝土凝固后即成为图11-18所示的滚摆。用木料做一个滚摆支架，结构如图11-19所示，框架的尺寸由滚摆的大小决定，横梁上两个羊眼圈的距离要稍大于滚摆的厚度。弦线的长度应使滚摆静止时不至于接触底板，滚摆向上运动时，弦线缠绕在轴上不应相互重叠。

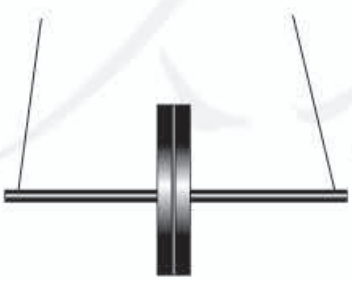


图11-18

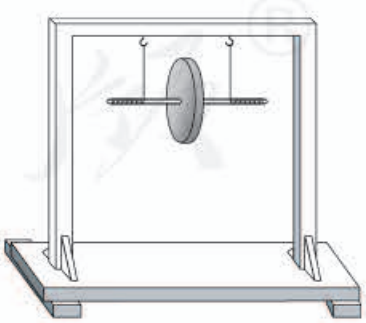


图11-19

【注意事项】

（1）自制的滚摆应保证摆中各处质量分布均匀，木轴很好地安装于摆的正中。

（2）弦线应采用强度大、形变小的胡琴弦线，两线长度要一致，使静止的滚摆呈水平状态。

【使用方法】

向上转动滚摆，使弦线均匀地绕在木棍上，然后轻轻释放，滚摆即自由下落，达到最低处时，滚摆又立即向上滚转。

5. 自制滑坡轨道

取一根直径4 mm、长约2 m的铁丝（要求表面光滑无折痕），弯成如图11-20所示的形状，两铁丝之间的距离是1.2 cm。轨道两端的高为20 cm，在竖直立柱中间焊一根直径4 mm、长1.5 cm的横杆，以保持两铁丝间的距离相同。轨道的圆半径约60 cm，整个装置固定在一块木板上。

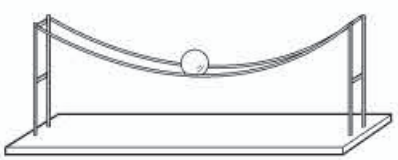


图11-20

【使用方法】

（1）把一个直径22 mm的钢球放在轨道的一端，释放后，钢球即可在轨道上往复运动，长时间不会停止，显示动能与势能的相互转化。

（2）若不用钢球作为运动物体，用直径20 mm、长30 mm的圆柱形铁块或木块替代钢球在轨道上滚动也可。若在圆柱的两端粘上两个木制的小猴，将使实验更加有趣。

6. 自制过山车轨道模型

为了模拟翻滚过山车，可以制作一个飞车轨道模型，用以演示动能和势能的相互转化，其装置如图11-21所示。取一根直径4 mm、长约2.5 m的铁丝（要求表面光滑无折痕），弯成图11-21所示的形状，两平行铁丝的间距为1.2 cm，每隔10 cm焊一根1.5 cm长的横梁。在轨道翘头处圆环的下部焊一个支架，支架下端插入木制底板中。翘头处距底板高为22 cm，大圆环直径为15 cm，水平滑道长20 cm，末端7 cm长处轨道可加宽至1.7 cm，轨道尾部成直径2 cm的半圆形。

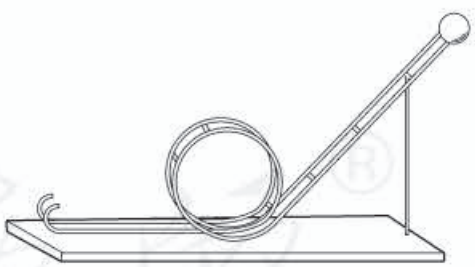


图11-21

【使用方法】

预备三个直径2.2 cm的钢球，逐个将它们由顶端翘头处滚下，小球绕圆环滚动一周后可以稳稳地停在尾部的半圆形处。

（二）物理史话

1. 瓦特（J. Watt，1736—1819）

瓦特是苏格兰发明家。1736年1月19日生于苏格兰格林诺克。童年时代的瓦特曾在文法学校念过书，然而没有受过系统教育。瓦特在他父亲做工的工厂里学到许多机械制造知识，后来他到伦敦的一家钟表店当学徒。

我们可能听到过童年时代的瓦特和茶壶的故事。一天晚上，瓦特和一个小女孩在家里喝茶，瓦特不停地摆弄茶壶盖，一会打开，一会盖上。当他把茶壶嘴堵住时，蒸汽顶开了壶盖。在旁的外祖母对瓦特的这种“无聊动作”极为不满，加以训斥，瓦特并不介意，他一心想着蒸汽的力量。

这段故事即使是真的也不能说蒸汽机是瓦特发明的。历史事实说明瓦特只是对蒸汽机作了重大的改革。

1763年瓦特到格拉斯哥大学工作，修理教学仪器。在大学里，他经常和教授讨论理论和技术问题。有一次，一台纽可门蒸汽机损坏，要瓦特修复。纽可门蒸汽机是靠蒸汽进入汽缸推动活塞上升的，然后再喷射冷水使汽缸的温度降低，供蒸汽凝结，汽缸内部形成部分真空，大气压将活塞推回。瓦特在修理这种蒸汽机时，清楚了全部工作原理，找到了它消耗大量燃料的症结。

1765年他动手设计了一个与汽缸分离的冷凝器，汽缸外装上绝热套子，使它一直保持高温，新的蒸汽机的效率大大提高。瓦特并不满足于已经取得的成就，1781年他又制造了从汽缸两边推动活塞的双动作蒸汽机，并采用曲柄机构，使往复的直线运动转变为旋转运动。瓦特还设计了离心节速器，利用反馈原理控制蒸汽机的转速。经过一系列的改革，蒸汽机迅速被各工业部门采用，为产业革命铺平了道路。

由于瓦特对蒸汽机的改进所作的重大贡献，1785年他被选为皇家学会会员。

为了纪念瓦特所作的贡献，使用他的名字来命名功率的单位。

2. 机械能守恒思想的萌芽和发展

人类在学会用火以后很长的一段历史时期内，虽然已经利用畜力、水力、风力来运转机械，驱动舟车，但是，除畜力外，这些都还只是利用机械能中势能和动能的相互转化。例如，水磨就是把水的势能转化为磨的动能；风车提水则是把风的动能转化为水的势能。所有这些都还没有超出机械运动的范围。

机械运动是最简单的运动形式。以机械运动为研究对象的力学，是在人类生产实践和科学实验的基础上，最早建立起来的一门理论科学。随着力学理论的形成过程，机械能的概念和机械能守恒的萌芽思想就逐渐形成了。

力学的奠基者之一伽利略在进行落体运动的实验时，发现落体下降所得的速度正好等于能够把它送到原来高度的那个速度。这已接近机械能守恒的观念了。为说明在匀速运动中物体会保持自己的速度不变，伽利略根据对摆的运动的观察，设计了一个无摩擦的理想

实验。首先，如图11-22所示，于A点悬一单摆，拉至B放手，摆球将摆到C。而若用钉子E改变摆球的路线，摆球将仍然升到与开始位置同样高的D点。伽利略进而指出，这可以看成是一个无摩擦的运动，对斜面也会得出相同的结果。如图11-23所示，在h高度处沿光滑斜面释放一个小球，它必将会运动到对面一个光滑斜面的同样高度上，而不管实际路线有多长。因此，随着对面斜面倾斜度的减小，球就会运动得越来越远，其速率的减小也会越来越慢。这不正是机械能守恒思想的萌芽吗？

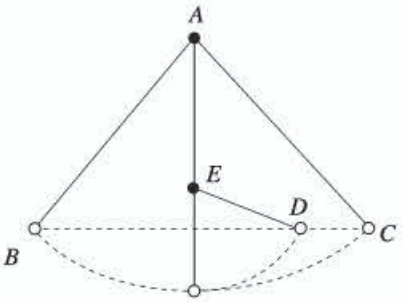


图11-22

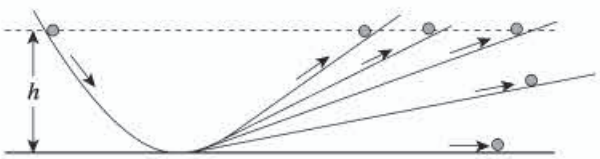


图11-23

17世纪末，在欧洲的学术界发生了一场关于“运动的量度”的旷日持久的著名争论。从16世纪到18世纪，力学大踏步地发展着。特别是自伽利略以后，机械运动的许多重要规律相继发现，到17世纪末，牛顿的三大定律和万有引力定律已经总结出来了。但是在这一时期内，人们对于机械运动以外的其他运动形式，还说不上有什么规律性的认识。因此，“运动”在人们的心目中只是理解为机械运动。而科学家们在研究机械运动的时候，自然而然地就产生了一个问题：什么是运动的量度呢？也就是说，应该用一个什么样的量来表征物体的“运动量”呢？为了从量的方面去研究和把握机械运动的规律，找到一个恰当的运动量度是十分必要的。这个问题也引起了哲学家们的兴趣，因为要阐明运动的不灭性这个基本的哲学原理，也必须有一个“运动量”的概念，才能从量的方面说明物质的运动是不灭的。于是，“运动的量度”的问题在学术界受到了广泛的重视。可是，当学者们各自根据不同的事实，从不同的角度去寻找这个“量度”时，却提出了不同的标准。

法国哲学家笛卡儿根据对碰撞的研究，主张用mv（质量与速度的乘积）作为运动的量度。而荷兰物理学家惠更斯通过研究完全弹性碰撞发现：当两个物体发生碰撞时，它们质量和速度平方之积（mv^2）的总和是不变的。惠更斯引入的物理量mv^2被德国的数学家和物理学家莱布尼兹称为“活力”，而笛卡儿的mv被称为“死力”。莱布尼兹根据落体定律计算，认为如果以“活力”作为运动的量度，那么整个宇宙中“活力”是守恒的，并发现力和路程的乘积与“活力”的增量成正比。于是，争论就此在笛卡儿派和莱布尼兹派之间展开，这就是著名的“活力”与“死力”之争。

“活力”的引入意味着能量概念已初步形成，但直到1829年，才由法国科学家科里奥利建议以$\frac{1}{2}mv^2$代替mv^2；再后，$\frac{1}{2}mv^2$被称为动能。而“活力守恒”的思想的诞生则表明

机械能守恒思想的初步形成。在瑞士科学家约翰·伯努利的著作中经常出现“活力守恒”，他还为坚持“活力守恒”的思想和牛顿打过笔仗，进行过辩论。伯努利家族的另一个重要成员，丹尼尔·伯努利则把“活力守恒”原理用于流体的运动，在1738年得到了著名的伯努利方程。

这段历史表明，能量守恒的思想可以追溯到很早的时候。上述的这些论断虽然都还不能算是机械能守恒定律的确切表述，但却说明机械能守恒的思想萌芽于17世纪，而在18世纪得到广泛的发展，这就为后人建立普遍的能量守恒定律提供了一个方面的基础。实际上，在19世纪以前，对于机械运动以外的各种运动形式，要么没有可能涉及，要么只能有肤浅的研究，在理论上还接触不到各种运动形式之间的转化问题。因此，也就不可能把机械能守恒的表述推广成为能量守恒的普遍规律。

（三）物理广角

1. 机械能守恒定律

动能与势能的相互转化是否存在某种定量的关系？这里以动能与重力势能的相互转化为例，讨论这个问题。

我们讨论物体只受重力的情况，如自由落体运动或各种抛体运动；或者虽受其他力，但其他力并不做功，如物体沿图11-24所示光滑曲面滑下的情形。一句话，在我们所研究的情形里，只有重力做功。

在图11-24中，物体在某一时刻处在位置A，这时它的动能是E_{k1}，重力势能是E_{p1}，总机械能是$E_1=E_{k1}+E_{p1}$。经过一段时间后，物体运动到另一位置B，这时它的动能是E_{k2}，重力势能是E_{p2}，总机械能是$E_2=E_{k2}+E_{p2}$。

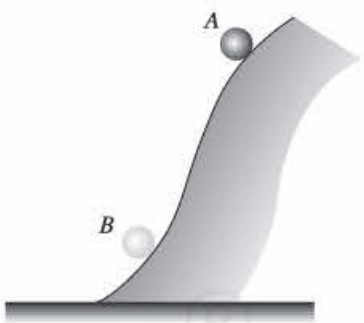


图11-24　物体沿光滑曲面滑下

以W表示这一过程中重力做的功。从动能定理知道，重力对物体做的功等于物体动能的增加，即$W=E_{k2}-E_{k1}$。

另一方面，从重力的功与重力势能的关系知道，重力对物体做的功等于重力势能的减少，即$W=E_{p1}-E_{p2}$。

从以上两式可得$E_{k2}-E_{k1}=E_{p1}-E_{p2}$。移项后，有$E_{k2}+E_{p2}=E_{k1}+E_{p1}$，即$E_2=E_1$。

可见，在只有重力做功的物体系统内，动能与重力势能可以互相转化，而总的机械能保持不变。

同样可以证明，在只有弹力做功的物体系统内，动能和弹性势能可以互相转化，总的机械能也保持不变。

我们的结论是：在只有重力或弹力做功的物体系统内，动能与势能可以互相转化，而总的机械能保持不变。这叫做机械能守恒定律。它是力学中的一条重要定律，是普遍的能量守恒定律的一种特殊情况。

2. 功与能：一个简单的例子

做下面这个分两步的实验，并且仔细观察：第一步，把书放在伸出的手上，从地板慢慢向上举到某个高度，保持几秒钟，然后慢慢下降送回到地板上。第二步，重复同样的上举过程到同一高度，但这次你突然撤掉手使书落到地板上。我们来仔细考察一下。

为了举起书你对书做功。但在下降回到地板的过程中书对你做功，因为在整个下降的路程中书都在向下推你的手。我们可以说，举起来的书有做功的本领，而当它下降时，它就在做功。

我们更仔细地看看做功的本领。我们刚刚看到举起来的物体有这个本领。另外，运动的物体也有这个本领。假定你把书沿水平方向扔到墙上。从运动着的书得到功的一个办法，是先把图钉部分钉入墙内，且正对着书的运动方向，因此书将撞击图钉使它更深地钉入墙内（图11-25）。任何运动物体都有做功的本领。

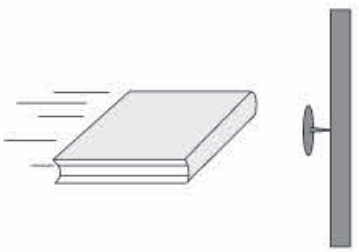


图11-25　从一本运动的书得到功的一个方法：让它把一个图钉撞进墙内。

在我们实验的第二步，书再次被举起，在被举高的位置上它再次具有做功的本领。然而这次你撒手使它掉下来而不对你的手做功。这本下落的书随着失去其高度而得到了速率，因而保留了做功的本领。就在撞上地板之前，书仍有做功的本领，只是现在这个本领来自书的速率而不是来自书的高度。我们可以通过把图钉先部分按进地板，然后让下落的书把图钉撞进更深，以使掉下的书实际做功（图11-26）。

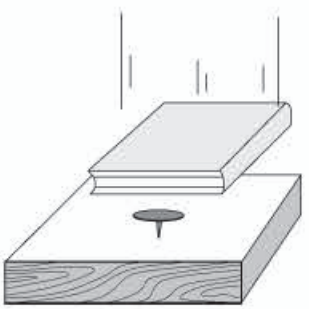


图11-26　从一本下落的书可得到功。

举高的物体和运动的物体都有做功的本领。当你举起或扔出这本书时，你给了它做功的本领。你做的功“储存”在举高的或运动的书里。在把书举高的情形，你随时可以让书推着你的手向下慢慢回到地板以收回这个功。你也可以撒手让书掉下来，这时它会得到速率，因而保留“储存的功”直到它撞击地板*。

物理学家用一个术语表示做功的本领，它叫做能量。我们前面已看到，被举高的物体和运动的物体都有能量。区分这些能量的不同形式是有好处的。我们说举高的物体具有引力能，是因为这种能量是由地球对物体的引力产生的；而运动的物体则具有动能。

你把书举高时就给了它能量，这个事实是功能原理的一个例子。功能原理说，外部施力者（例如你的手）对一物体所做的功增加了这个物体的能量。

随着书的下落，书失去引力能而获得动能，因而保持总能量不变。当没有外部施力者

* 目前我们只关心书撞击地板之前发生的情况。

（例如你的手）时总能量保持不变，这是能量守恒定律的一个例子。

摘自《物理学：基本概念及其与方方面面的联系》，[美]阿特·霍布森，上海科学技术出版社，2001年10月第1版，有改动

3. 游乐场上的翻滚过山车

游乐场上的翻滚过山车是一种惊险有趣的游戏。过山车在凌空架起的环形轨道上滑行（图11-27），所以也叫单环滑车。轨道最高处距地面32 m，最低处几乎贴地。圆环直径15 m。整个滑车由6节小滑车组成，每节小滑车可乘坐4人，每个座位上配有安全带。从滑车启动到停止仅1 min，就在这短暂的1 min内使人体验到宇宙飞行的乐趣。

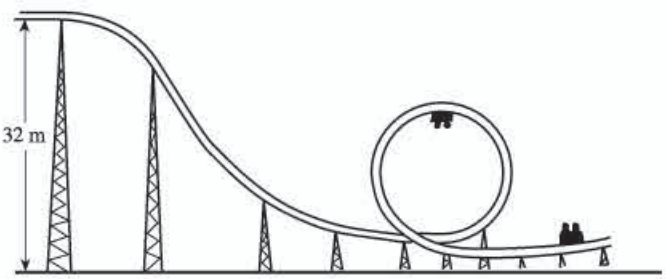


图11-27

这项游戏是根据力学中的机械能守恒以及圆周运动的知识设计的。人们坐上滑车后，由操纵台控制，首先沿缓坡轨道牵引到32 m高处，随后牵引钩和滑车自动脱离，这时滑车就沿轨道从32 m高处滑下。当滑车到达圆环顶部时，人会头朝下，看上去相当危险，使人担心人和车会不会掉下来。下面我们用圆周运动和机械能守恒的知识来分析这种游戏的物理原理。

首先我们分析一下当滑车运动到环底和环顶时车中的人的受力情况（图11-28）。图中mg为人所受的重力，$F_{N下}$和$F_{N上}$分别为滑车在底部和顶部时对人的支持力（为使问题简化，可不考虑摩擦及空气阻力）。我们知道，滑车沿圆环滑动，人也在做圆周运动。这时人做圆周运动所需的向心力由mg和F_N提供。用$v_下$表示人在圆环底部的速度，$v_上$表示人在圆环顶部的速度，R表示圆环的半径，则

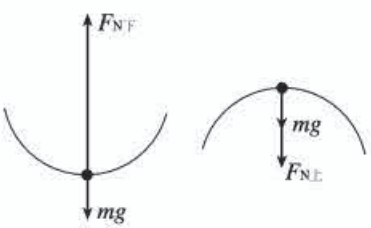


图11-28

在底部 $$F_{N下}-mg=m\frac{v_下^2}{R} \quad (1)$$

在顶部 $$F_{N上}+mg=m\frac{v_上^2}{R} \quad (2)$$

因为不考虑摩擦及空气阻力的作用，所以滑车在轨道上各点的机械能守恒。用h表示从高处到环底的高度，根据机械能守恒定律，对底部和顶部而言存在下列关系

$$mgh=\frac{1}{2}mv_下^2 \quad (3)$$

$$mgh=\frac{1}{2}mv_上^2+mg(2R) \quad (4)$$

把h=32 m，R=7.5 m代入（3）和（4）式得，$v_{下}$=25.3 m/s，$v_{上}$=18.2 m/s（实际上由于摩擦及空气阻力的影响，底部和顶部的车速要略小于理论上的计算值）。

由（1）式可知，$F_{N下}=mg+m\frac{v_{下}^2}{R}$。

就是说，在环的底部时，滑车对人的支持力比人的体重增大了$m\frac{v_{下}^2}{R}$，这时人对滑车座位的压力自然也比体重大$m\frac{v_{下}^2}{R}$，好像人的体重增加了$m\frac{v_{下}^2}{R}$。由于底部的速度较大，所以人的体重要增加好多倍，使人紧压在椅子上不能动弹。

由（2）式可知，在环的顶部，当重力mg等于向心力$m\frac{v_{上}^2}{R}$时，就可以使人沿圆环做圆周运动，不掉下来。由$mg=m\frac{v_{上}^2}{R}$可得

$$v_{上}=\sqrt{gR}=8.7\ \text{m/s}$$

这就是说，滑车要安全通过顶点，有8.7 m/s的速度就足够了。而从前面的计算知道，滑车通过顶点时的速度是$v_{上}$=18.2 m/s，比8.7 m/s大得多，所以滑车和人一定能安全地通过顶点。绝对安全，不必担心。

4. 三峡水利枢纽工程

长江三峡水利枢纽工程（简称三峡工程），因位于长江干流三峡河段而得名。三峡工程是中国，也是世界上最大的水利枢纽工程，是治理和开发长江的关键性骨干工程。三峡工程水库正常蓄水位175 m，总库容3.93×10^{10} m^3，水库面积1 084 km^2。它是一个具有防洪、发电、航运等多开发目标的大型水利水电工程。

三峡工程地理位置优越，可有效地控制长江上游洪水。经三峡水库调蓄，可使荆江河段防洪标准由大约十年一遇提高到百年一遇。

三峡水电站是枢纽的主要组成部分之一。水电站安装34台发电机组，总装机容量2.25×10^7 kW，年均发电量8.82×10^{10} kW·h。它为经济发达、能源不足的华东、华中和华南等地区提供可靠、廉价、清洁的可再生能源，对经济发展和减少环境污染起到重大的作用。

三峡水库显著改善宜昌至重庆660 km的长江航道，航道单向年通过能力由原来的约1×10^7 t提高到5×10^7 t，运输成本降低35%~37%。三峡工程永久船闸为双线五级连续梯级船闸，单级闸室有效尺寸为280 m×34 m×5 m（长×宽×坎上最小水深），可通过万吨级船队。

5. 风能

风，是一种最常见的自然现象。飘扬的旌旗、翻滚的麦浪、怒吼的林涛、汹涌的海啸，都是由风引起的。风是由地球表面附近的空气流动而形成的。为了区别风的大小，人们把它定为0~12个等级。例如“静烟直上”时为0级；“全树摇动，大树弯下来，迎风步行感觉不便”“海面浪高可达4~5. 5 m”时定为7级；“大树可被吹倒，一般建筑物遭破坏，海浪

可高达11.5~16 m”时，定为11级。最早给风力定级的人是我国唐代学者李淳风。他在《乙巳占》中，把风分为动叶、鸣条、摇枝、坠叶、折小枝、折大枝和折木、飞沙石、拔大树和拔根等8级。400多年后，李淳风所著的《乙巳占》传到欧洲，英国的蒲福才在此基础上，又把风分为0~12级。当然并不是说最大的风就是12级。12级风速是32.6 m/s，实际最大的风还不止12级，新疆达坂城曾刮过一次特大风，风速达60 m/s。

风的能量很大，5级风速为9~10 m/s，它吹到物体表面上可产生98 N/m^2的压强。风能取之不尽，用之不竭，利用方便，而且存在于地球的任何地方。它不同于煤、石油、天然气，需要从地下挖掘出来；也不同于水能必须建造水坝，提高水位，才能推动水轮机运转；也不像原子能那样需要昂贵的装置和防护设备。因此利用它为人类服务，既经济实惠，又方便无污染。

第十二章
简单机械

一、《课标》要求及课时建议

（一）《课标》要求

2.2.6　知道简单机械。通过实验，探究并了解杠杆的平衡条件。

3.2.3　知道机械效率。了解提高机械效率的途径和意义。

（二）课时建议

第1节　杠杆	1课时
第2节　滑轮	1课时
第3节　机械效率	1课时

二、编写意图

（一）本章概述

本章是初中物理力学部分的最后一章，涉及前面所学的力和功的知识，具有一定的综合性。一方面，要从力的角度认识简单机械；另一方面，还要从功的角度认识简单机械。关于平衡状态，初中物理课程仅涉及二力平衡和杠杆平衡。《课标》对杠杆平衡有新的要求，即通过实验，探究并了解杠杆的平衡条件。其中既有实验探究的要求，又有知识方面的要求，而且探究杠杆的平衡条件实验被列为学生必做实验。

本章涉及的概念有简单机械中的杠杆、滑轮（定滑轮、动滑轮、滑轮组）和机械效率（包括总功、有用功、额外功），涉及的物理规律有杠杆的平衡条件。通过本章的学习，学生应能正确、合理地使用杠杆、滑轮，以达到改变力的大小和方向的目的；能从生活和生

产实际出发，选择不同类型的杠杆、滑轮，以达到省力或方便的目的。

本章章首图呈现的是2005年7月30日，美国宇航员史蒂夫·罗宾逊在机械臂的辅助下，对发现号航天飞机的隔热层进行维修的情景。这从一个侧面反映了机械的发展，展现人类的伟大智慧。这对学生形成正确的科学态度、产生探索自然的内在动力等方面会起到较强的激励作用。

本章内容结构如下。



（二）认识杠杆

1. 感知杠杆

本章第1节的节首图通过呈现古人使用杠杆的场景（图12-1），使学生感受到杠杆是一种劳动工具。这幅节首图和本章的章首图“机械臂”一起，通过两个跨越历史长河的机械的变迁，向学生展示机械历史发展的进程，反映人类对机械的不断探索。这对于杠杆概念的引入和学生的情感体验具有重要意义。同时，教科书列举生活实例创设情景，并归纳、概括、描述出杠杆的共同特征，初步给出杠杆的概念。这一过程，使学生完成了对杠杆的感性认识。



图12-1

2. 经历探究杠杆平衡条件的过程

教科书在提出问题“杠杆在满足什么条件时才会平衡”后，具体陈述实验操作的方法，给出记录数据的表格。教科书对于数据处理的要求更加开放，没有像原教科书那样“例如可以对它们进行加、减、乘、除等运算，找出它们之间的关系”的导引。这样的处理在一定程度上可以避免学生形成“凑数”的不良习惯。

为了让学生真正经历探究杠杆平衡条件的实验过程，可以引导学生通过观察发现动力（钩码的多少）与动力臂的长短（钩码到支点的垂直距离）可能有关，动力臂越长，需要的动力好像越小……在此基础上进一步分析，二者很可能是反比的关系，等等。这样就会使学生的猜想符合逻辑、有理、有据，久而久之，形成良好的理性思维习惯。

3. 杠杆的应用

杠杆的应用主要反映在根据杠杆的平衡条件解决实际问题。教科书选取原教科书“现代版曹冲称象”的内容改编为例题。由于这是一个实际问题，对于刚接触杠杆知识的学生来说有些难度，因此题目中作了必要的铺垫。为使学生进一步巩固对杠杆的认识，教科书在列举生活实例的基础上，归纳、分析了三种生活中的杠杆，即等臂杠杆、省力杠杆和费力杠杆。

（三）删掉功的原理的原因

功的原理是传统教科书的必备内容，原教科书中也曾保留，其表述为：“使用机械时，人们所做的功，都不会少于不用机械时所做的功。”现在，教科书中删去了这部分内容，主要原因是，编者认为教科书应当使读者体会到物理学的简洁美，其表现之一是使用尽可能少的原理。功的原理所表述的内容，可以由“机械效率总是小于1的”得出。《课标》对机械效率有明确要求，但对功的原理没有要求。另外，查阅全国科学技术名词审定委员会公布的相关科技名词和《中国大百科全书·物理学》，发现均未收录“功的原理”一词。

（四）关于有用功和额外功的引入

《课标》对机械效率的内容要求有变化，由原来的“理解”降为“知道”水平。教科书让学生知道机械效率的定义及其含义，认识机械效率的高低是反映机械优劣的重要标志之一，进而分析额外功产生的原因，了解提高机械效率的有效途径。

机械效率是初中物理教学的一个难点，其原因是多方面的。

第一，由于机械效率问题涉及总功、有用功、额外功等概念，而这些有关功的概念本身较抽象。

第二，学生往往把机械效率的高低与机械省力多少混为一谈，误认为机械越省力其机械效率越高。

第三，同一机械的机械效率的高低，不仅与装置本身有关，还与机械的具体使用条件有关。学生往往认为同一机械的机械效率是固定不变的，容易忽视使用条件对机械效率高低的影响，从而产生错误。

教科书采用演示实验的方式引入有用功和额外功的概念。先用弹簧测力计将钩码缓慢地提升一定高度，计算拉力所做的功W_1。然后用弹簧测力计并借助一个动滑轮将同样的钩码缓慢地提升相同的高度，再次计算拉力所做的功W_2。之后设问：“这两次拉力所做的功一样吗？为什么？”这样的教学过程，不仅有利于揭示有用功和额外功的实质，还会使学生对$W_2>W_1$有直观的认识。以这一认识为基础，通过分析、讨论，突出使用机械总要做额外功，进而为引出机械效率概念打下基础。

三、教材分析与教学建议

第1节　杠杆

（一）教学目标

1. 能识别出杠杆，并能准确找出支点、动力、阻力、动力臂、阻力臂。
2. 通过实验探究，能得出杠杆的平衡条件，并能利用杠杆的平衡条件进行相关计算。
3. 能对杠杆进行分类，并能根据实际需要选择合适的杠杆。

（二）教材分析与教学建议

杠杆的知识是前几章力学知识的延续，也是学习滑轮和轮轴等简单机械的基础。本节内容由“杠杆”“杠杆的平衡条件”“生活中的杠杆”三部分构成。教学的重点是探究杠杆的平衡条件。突出教学重点的关键是要引导学生完成好探究杠杆平衡条件的实验，在设计实验、进行实验和数据处理等方面给学生创设参与的机会，使他们加深体验。但要注意根据学生情况把握好分寸，因为这个实验的设计和数据处理对学生来说难度较大。

本节的教学难点是画杠杆的力臂。为了使学生能较准确地画出力臂，教师有必要讲清力臂的概念，但课堂上不宜花费过多时间训练，否则会影响本节重点的教学。

1. 杠杆

教科书首先展示了我们的祖先为了建造宫殿正在使用硬木棒搬动巨大的木头的生动画面，它能有效地激发学生的学习兴趣。可以此为背景，提出问题“劳动者为什么要用硬木棒搬动巨大的木头等重物”而引入新课。

在此基础上，可以结合生活实例，如用筷子夹菜、用剪刀剪纸、用天平称量……为学生创设一个熟悉的生活情境，引导学生观察、分析、总结这些工具的共同特征，即杠杆的本质特征。

教学片段　寻找杠杆的共同特征

视频　播放杠杆在生产、生活中发挥重要作用的视频，感受简单机械为社会进步作

出的巨大贡献。

引导学生列举生活实例，并学会画示意图描述实例中杠杆的特征（图12-2）。

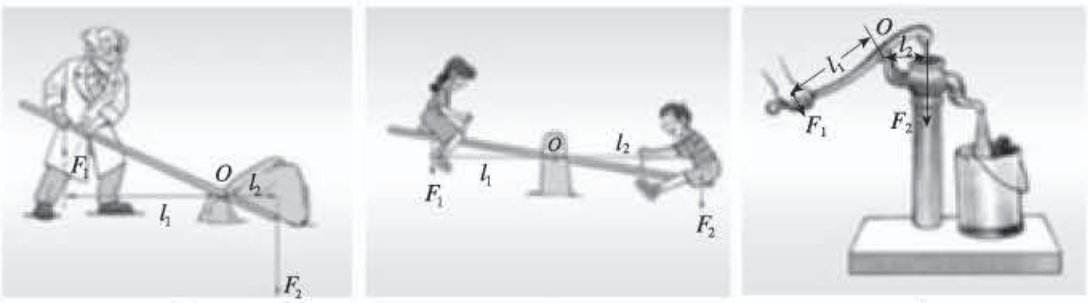
实例1　硬木棒撬石头；

实例2　跷跷板；

实例3　抽水机；

……

温馨提示：画杠杆示意图时需对学生进行指导，因为：学生常常把支点到动力作用点或阻力作用点的距离作为力臂；动力、阻力都是杠杆受的力，但学生往往没有把力的作用点画在杠杆上……



甲　　乙　　丙

图12-2

分析　从上述实例的示意图可以看出，杠杆具有的共同特征包括：支点——杠杆可以绕其转动的点O；动力——使杠杆转动的力F_1；阻力——阻碍杠杆转动的力F_2；动力臂——从支点O到动力F_1作用线的距离l_1；阻力臂——从支点O到阻力F_2作用线的距离l_2。

这个教学片段旨在提高学生将实际问题抽象为物理问题的意识。要求学生经历用示意图描述实例中杠杆特征的过程，从而使研究变得简单、明了，有利于抽象、概括。从一些较复杂的实例中抽象出杠杆的物理模型，这对于学生学习物理知识，领悟物理学解决问题的方法是至关重要的。

2. 探究杠杆的平衡条件

探究杠杆的平衡条件实验是《课标》中规定的学生必做实验之一，是本节教学的重点。教师在课堂上要营造研究的氛围，引导学生通过实验得出杠杆的平衡条件。在此之前，最好先让学生完成对杠杆平衡、力臂两个概念的认识。

教学片段1　体验杠杆平衡

提出问题　前面学习过，如果作用在物体上的几个力相互平衡，物体就处于平衡状态（如二力平衡状态）。

当杠杆在动力和阻力作用下静止时，与二力平衡的情况是不同的，那么，影响杠

杆平衡的因素还有哪些呢?

实践体验　如图12-3所示，将直尺调整到静止状态。改变放置物品的轻重及位置，再次调节使直尺处于静止状态。

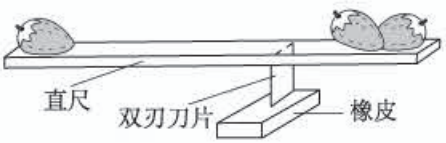


图12-3

分析论证　实验结果表明，直尺是否能够处于平衡状态，不仅与物品的轻重有关，还与物品的位置有关。

教学片段2　认识力臂的影响

猜想　引导学生通过生活体验提出猜想。

例如，推门时，推力作用的位置不同，作用的效果也不一样，越靠近门轴越费力。看来，推动杠杆需要的动力很可能与动力臂的长短有关。动力臂越长，需要的动力可能就越小。动力臂越短，需要的动力可能就越大。

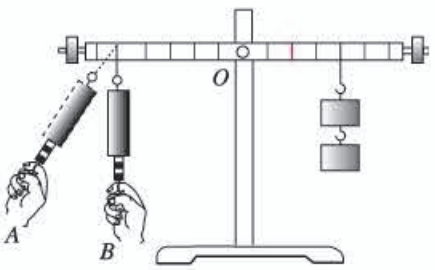


图12-4

检验　如图12-4所示，用钩码和一只弹簧测力计进行实验。

先在垂直于杠杆的方向B处施力，待杠杆水平静止，记录弹簧测力计的示数和力臂的长短（从支点O到拉力作用线的距离）。

再逐渐改变测力计与杠杆的角度，在A处施力，待杠杆水平静止，记录弹簧测力计的示数和力臂的长短（从支点O到拉力作用线的距离）。

比较两次实验数据可知，影响杠杆水平静止状态的不只是力的大小，还有力臂的长短。力大，力臂短；力小，力臂长。

另外，也可以引导学生从多个角度考虑这个问题。例如，将图12-4中的测力计换到杠杆的另一侧，竖直向上拉或斜向上方拉，同样可以检验这个结论。

以上两个教学片段的设置是为下面的学生分组实验作铺垫的。这类认识上的问题，仅靠讲解很难解决，需要提供适当的实践体验机会。

教学片段　探究杠杆的平衡条件

实验设计　杠杆是否平衡是由动力、阻力、动力臂和阻力臂共同决定的。为了研究其平衡条件，可以在杠杆处于平衡状态时，分别测出动力F_1、阻力F_2、动力臂l_1和阻力臂l_2，然后经过大量的数据对比，归纳出杠杆的平衡条件。

进行实验　以小组为单位安装图12-5所示的实验装置。

1. 调节杠杆两端的螺母，使杠杆不挂钩码时保持水平静止，达到平衡状态。

2. 在杠杆两端分别挂上不同数量的钩码，移动钩码的位置，使杠杆再次在水平位置平衡。

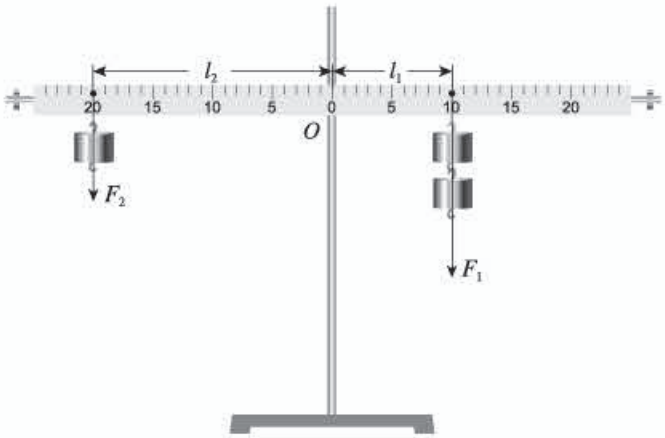


图12-5

3. 测出杠杆平衡时的动力F_1、阻力F_2、动力臂l_1和阻力臂l_2，并把F_1、F_2、l_1、l_2的数值填入下表中。

4. 改变力和力臂的大小，再做几次实验。

次数	动力F_1/N	动力臂l_1/m	阻力F_2/N	阻力臂l_2/m
1				
2				
3				
…				

分析论证　实验结果表明，力臂越长，需要的力越小；力臂越短，需要的力越大。二者之间很可能是反比关系。在此基础上进一步分析动力 × 动力臂和阻力 × 阻力臂之间是否存在某种关系。

以上探究思路和过程是学生必须经历的基本实验过程，能增强学生对杠杆平衡条件的理解，提高学生的探究能力。另外，关注学生在探究过程中对待和运用证据的态度问题也是十分重要的。这个教学片段的难点是完成课标中要求的分析论证这一要素。教学中，需要引导学生通过实验体验和实验数据分析，找到力与力臂的反比关系。这是运用证据论证的基础和前提。以往教学发现，学生多是急于得出结论，对探究活动中出现的问题，比如不支持结论的数据等，缺乏对其进行深入思考的意识，使探究活动流于形式。教学中，教师应该通过提示或直接提供反例等方法引发和促进学生独立思考。

例题教学的目的是使学生学会运用杠杆的平衡条件解决实际问题。应注意引导学生分析如何忽略次要因素，把实际问题抽象为物理中的杠杆模型，进而画出杠杆的示意图（关注五要素的呈现），为后续生活中的杠杆问题作铺垫。同时，注意强调运用公式计算中的规范训练要求。

3. 生活中的杠杆

有了杠杆的平衡条件，认识生活中的杠杆就容易多了。杠杆在生活、生产中的应用广泛，根据实际需要选择合适的杠杆会带来方便，甚至能够完成无法用手直接完成的工作。

教学的关键是引导学生比较杠杆的动力臂和阻力臂。可以选取三种杠杆（分别是省力、费力、等臂杠杆），先引导学生画出它们的力臂，对比动力臂和阻力臂的关系，再与杠杆的平衡条件结合，分析动力和阻力的关系，进而对杠杆进行分类，总结出等臂杠杆、省力杠杆和费力杠杆。同时，应明确三种杠杆的特点及优缺点：等臂杠杆，不省力不费力，不省距离不费距离；省力杠杆，省力，但费距离；费力杠杆，费力，但省距离。可以与学生共同总结出各类杠杆的特点，如下表所示。

杠杆种类	力臂关系	省、费力情况	省、费距离情况	举例
省力杠杆	$l_1 > l_2$	$F_1 < F_2$	费距离	铡刀
费力杠杆	$l_1 < l_2$	$F_1 > F_2$	省距离	镊子
等臂杠杆	$l_1 = l_2$	$F_1 = F_2$	相同	天平

（三）“动手动脑学物理”参考答案及说明

1. 第一个和第三个是省力杠杆。铁片的硬度大，剪铁片应该选用第一个；纸张硬度小，为便于剪裁，剪纸可选用第二个；剪树枝一是硬度较大，二是需要伸长臂来剪，所以应该选用第三个。

说明：本题考查学生对省力杠杆和费力杠杆的识别，学生要正确回答，需要知道三种杠杆的特点。

2. 如图12-6所示。



图12-6

3. 如图12-7所示，指甲剪由3个杠杆组成，分别是*ABC*、*OBD*和*OED*。其中，*ABC*

是省力杠杆，*OBD*和*OED*是费力杠杆。

4. 独轮车相当于杠杆，轮子的轴心是支点，手施加的向上的力*F*为动力，车箱和砖头的总重力*G*为阻力，因此，动力臂l_1=1 m，阻力臂l_2=0.3 m。

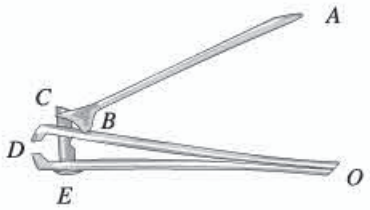


图12-7

根据杠杆的平衡条件$F_1l_1=F_2l_2$，得$F=\dfrac{Gl_2}{l_1}=\dfrac{1\,000\ \text{N}\times 0.3\ \text{m}}{1\ \text{m}}=300\ \text{N}$。

说明：第2、3、4题考查学生能否从实例中抽象出杠杆模型，是否会用示意图描述实例中杠杆的特征。第4题还考查学生是否会用杠杆的平衡条件解决实际问题。

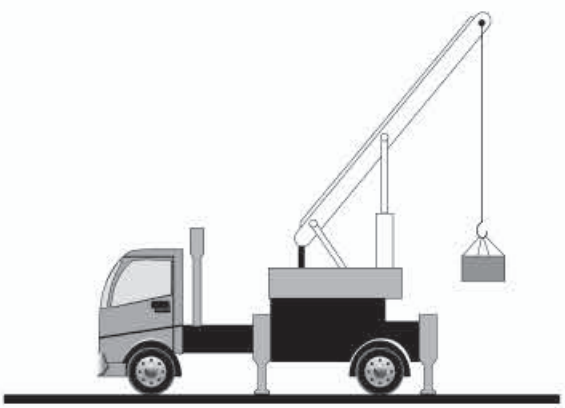
（四）补充练习

1. 下列各种工具，使用中属于费力杠杆的是（　　）

A. 剪刀　　B. 起子　　C. 镊子　　D. 钢丝钳

答案：C

2. 图12-8所示是起重机在将货物吊起的情景。


图12-8

（1）画出此时这一杠杆的支点、动力、阻力、动力臂、阻力臂。

（2）它是省力杠杆还是费力杠杆？

答案：（1）如图12-9所示。

（2）$l_1<l_2$，所以是费力杠杆。

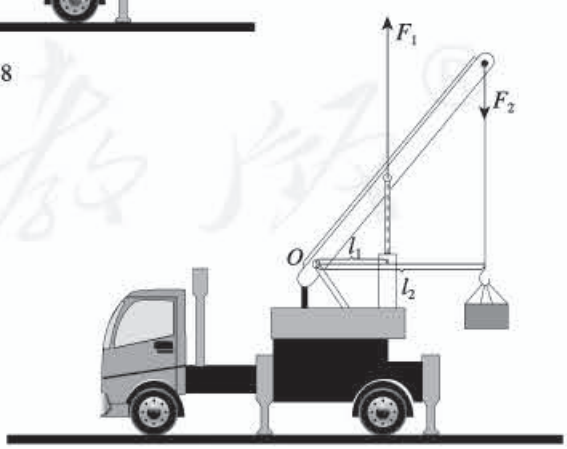


图12-9

3. 俯卧撑是一项常见的健身项目。图12-10是小红同学做俯卧撑时的示意图。她的身体可视为杠杆，O点为支点，A点为重心，重力为450 N。

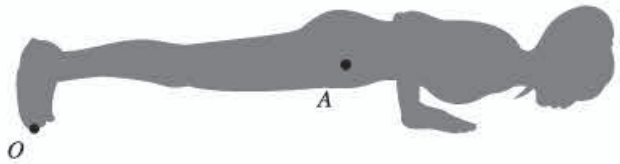


图12-10

（1）在图中画出重力G的力臂l_2和地面对手的支持力F的力臂l_1，并分别注明。

（2）若l_1=1.0 m，l_2=0.8 m，求地面对双手支持力的大小。

答案：（1）如图12-11所示。

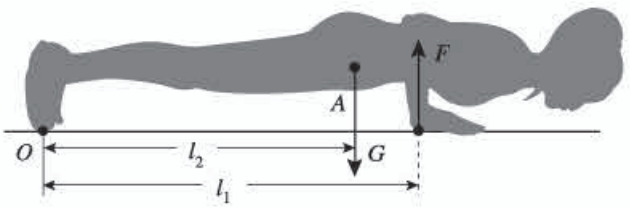


图12-11

（2）根据杠杆的平衡条件$F_1l_1=F_2l_2$，得$F=\dfrac{Gl_2}{l_1}=\dfrac{450\ \text{N}\times 0.8\ \text{m}}{1.0\ \text{m}}=360\ \text{N}$。

说明：第3、4题考查学生是否具有从实际中识别杠杆并画出五要素的能力。要引导学生想象出动态过程，并根据杠杆的平衡条件计算力。

第2节　滑轮

（一）教学目标

1. 能识别定滑轮和动滑轮。

2. 能通过实验，认识定滑轮和动滑轮的特点，并能根据需要选择合适的滑轮解决实际问题。

3. 会安装滑轮组，并能根据安装情况分析施加的拉力大小与物重的关系。

（二）教材分析与教学建议

本节是在学习了二力平衡、功和功率、杠杆这些知识的基础上进行的，是对功和功率学习的延续，是对简单机械学习的深化。它为机械效率的学习奠定了基础，是本章的核心内容之一。

本节内容由“定滑轮和动滑轮”和“滑轮组”两部分构成。教学的重点是研究定滑轮和动滑轮的特点，教学的难点是滑轮组。要引导学生完成好研究定滑轮和动滑轮特点的实验，让学生亲身体验，找出定滑轮和动滑轮的特点，加深对滑轮的认识，并为学习滑轮组作好知识储备。

学生通过实验总结出定滑轮、动滑轮的作用和特点后，要通过对比（是否省力，是否可以改变力的方向，是否省距离）找出它们各自的优缺点，这样有利于培养学生辩证地认识事物的意识和习惯。

对于滑轮组的特点，可在教科书的基础上进行必要的拓展，为学习滑轮组的机械效率作好铺垫，分散教学的难点。另外，“科学世界”栏目介绍了轮轴和斜面两种常见的简单机械，可以引导学生通过自主阅读对它们有所了解。

1. 定滑轮和动滑轮

由于多数学生不认识滑轮，因此可先出示滑轮实物，让学生认识滑轮是一个周边有凹槽，可以绕轴转动的轮子。然后，可以教科书的“想想议议”栏目为话题，讨论学生很感兴趣的漫画，激发学生的兴趣和好奇心。教师可就势提问：漫画中使用的滑轮有什么特点？为什么大人很轻松地提起了重物，而孩子却被重物拉了上去？由此引发学生思考，从而引入新课。

教学中，教师可以分别用定滑轮和动滑轮实物组装提升重物的装置，让学生观察定滑轮和动滑轮工作时的特征。有条件的学校还可以配合观看视频或者动画，使学生更容易发现它们的区别。有一种滑轮在提升重物时，始终固定在支架上不动，这种滑轮叫做定滑轮。还有一种滑轮在提升重物时，会整体随着重物一起上升，这种滑轮叫做动滑轮。然后，可以结合教科书图12.2-2的实例说明定滑轮和动滑轮的应用很普遍。有条件的学校应该组织学生分组实验，增加学生实践体验的机会，有利于学生提高认识。

定滑轮和动滑轮的特点是本节教学的重点，应组织学生经历实验研究的过程。

教学片段1　通过实验研究定滑轮和动滑轮的特点

按照教科书图12.2-3，分别安装定滑轮和动滑轮进行实验。

进行实验

1. 用弹簧测力计测出钩码所受的重力G。

2. 用定滑轮把钩码匀速提升，读出测力计的示数F、重物移动的距离h、测力计移动的距离s，用箭头标出重物移动的方向、拉力的方向。

3. 用动滑轮把钩码匀速提升，读出测力计的示数F、重物移动的距离h、测力计移动的距离s，用箭头标出重物移动的方向、拉力的方向。

收集数据　将测量数据填入下表。

	重物 重力 G/N	重物 移动的 距离h/m	拉力 大小 F/N	测力计 移动的 距离s/m	重物 移动 方向	拉力 方向	特点
定滑轮							
动滑轮							

分析论证　比较G与F的大小关系、移动距离h与s的关系和方向改变情况，从中粗略总结规律。

验证　改变钩码的重力，再进行两次实验，比较G与F的大小关系、移动距离的关系和方向改变情况，验证已发现的规律，使结论具有普遍性。

温馨提示：

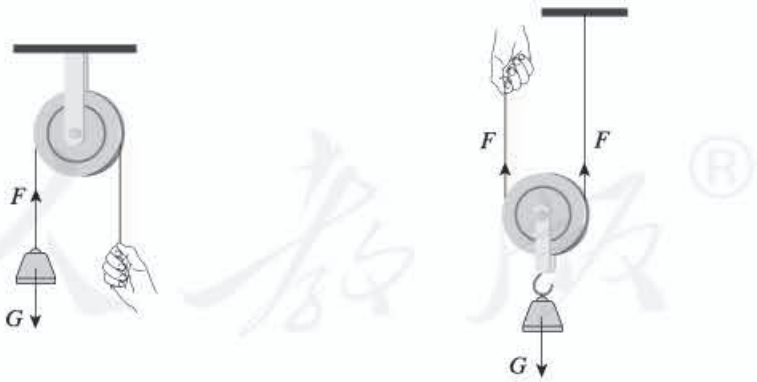
1. 在研究定滑轮特点时，要给学生提供重一些的钩码，因为这样能减小因弹簧测力计的重力和轮与轴间的摩擦而产生的误差。

2. 在研究动滑轮特点的实验中，不但要指导学生使跨过动滑轮的两段绳竖直且平行，而且仍要指导学生使用重一些的钩码进行实验。因为只有当钩码重力大于动滑轮重力时，才能得出使用动滑轮可以省力的结论。

结论　使用定滑轮不省力，但可以改变力的方向；使用动滑轮可以省力，但不能改变力的方向。

教学片段2　用平衡力的知识研究定滑轮和动滑轮的特点

利用定滑轮和动滑轮匀速提升重物，分别对重物进行受力分析，如图12-12所示。



甲　　乙

图12-12

分析1　如图12-12甲，在忽略摩擦的情况下，物体受到重力G和拉力F作用，由于物体匀速上升，所以拉力F跟物体的重力G是一对平衡力，$F=G$。在分析观察的基础上，可得出使用定滑轮不省力及可以改变力的方向的结论。

分析2　如图12-12乙，在忽略动滑轮重力和摩擦的情况下，物体受到重力G和两段绳子的两个拉力F的作用。由于物体匀速上升，所以两个拉力F跟物体的重力G是平衡力，$2F=G$，$F=\frac{G}{2}$。在分析观察的基础上，可得出使用动滑轮能省一半力及不改变力的方向的结论。

教学片段3　用滑轮是杠杆的变形研究定滑轮和动滑轮的特点

分析1　定滑轮相当于如图12-13甲所示的无数个可绕支点O转动的杠杆AB组成，它实质上可以看成是能够连续转动的等臂杠杆。在分析观察的基础上，可得出使用定滑轮不省力及可以改变力的方向的结论。

分析2　动滑轮相当于由图12-13乙所示的无数个可绕支点O转动的杠杆OA组成，它实质上可以看成是能够连续转动的动力臂是阻力臂2倍的杠杆。在分析观察的基础上，可得到使用动滑轮可以省一半力及不改变力的方向的结论。

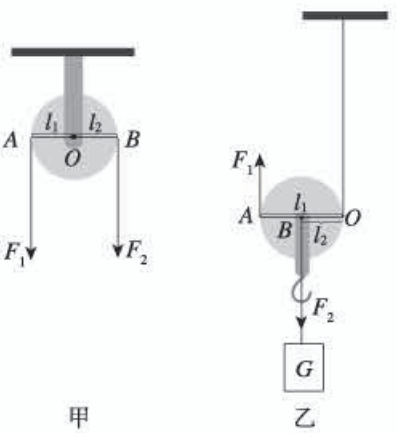


图12-13

教学片段1关注实验探究的过程。学生有亲身体验，容易理解，并有经历多方面能力训练的机会。这样的教学方式是新课程所提倡的。

教学片段2关注理性分析过程，体现知识间的联系，学生进行受力分析的难度较大，而且涉及力的合成的知识。

可以根据实际情况将以上两个教学片段融合，使得既有实验结果，又有理论分析，从而有利于学生加深对定滑轮和动滑轮特点的认识。

教学片段3关注理性分析过程，体现知识的应用和联系。它是三个教学片段中难度最大的，学生不易理解，可根据学生的实际情况确定是否有必要讲解。但即使讲解，也应作为拓展性知识处理，没有必要训练有关习题。

2. 滑轮组

学生知道定滑轮和动滑轮的优缺点后，比较容易认识定滑轮和动滑轮组合成滑轮组的必要性，因此可就此引入滑轮组，并给学生提供练习组装滑轮组的机会。如果学校没有条件，可在课后分批组织学生组装。让学生组装的滑轮组不要太复杂，由一个动滑轮和一个

定滑轮组成即可。

滑轮组的相关知识对学生来说有一定难度，而且是后续学习机械效率必不可少的基础。因此一方面可以通过演示实验进行总结；另一方面，有必要帮助学生分析、判断物体由几段绳子吊着、绳子自由端通过的距离s与物体上升的高度h的关系、绕线方式等。

教学片段　滑轮组的特点

观察图12-14中的两个滑轮组，要求学生说出它们的相同点和不同点。

1. 判断吊重物绳子段数的方法

在定滑轮和动滑轮中间画条线，将定滑轮和动滑轮隔开，数出动滑轮上的绳子段数，即为吊着重物的绳子段数。如图12-14甲，动滑轮上有3段绳子，每段绳子都要承担重物，总效果与重物所受的重力平衡。用这个滑轮组提起重物，如果忽略动滑轮的自重，只要用物重的$\frac{1}{3}$力就可以提起重物。

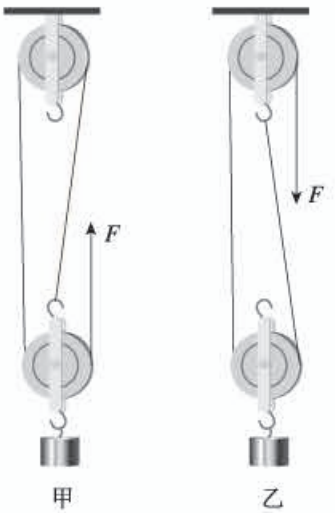


图12-14

要求学生根据上述方法进行分析。如果用图12-14乙所示的滑轮组提起重物，忽略动滑轮的自重，拉力应该是物重的几分之一？

2. 分析绳子自由端通过的距离s和物体上升的高度h的关系

使用滑轮组提升重物时，虽然能省力，但会费距离。绳子自由端通过的距离s和物体上升的高度h间的关系是$s=nh$（n为吊着物体的绳子段数）。如图12-14甲中，$s=3h$。

3. 通过实际测量验证上述结论

安装图12-14甲的滑轮组，用弹簧测力计和刻度尺测量物重G和拉力F，以及一组绳子自由端通过的距离s和物体上升的高度h的数据，粗略验证上述结论。

温馨提示：使用滑轮组实验时，只有当物重远大于动滑轮重时，才能近似得出“动滑轮上有几段绳子承担物重，提起物体的力就是物重的几分之一”的结论，否则误差较大。可以引导学生用二力平衡的知识进行理论分析，总结拉力与物重的关系。

这个教学片段旨在引导学生学会运用理论分析的方法，识别两种滑轮组的相同点和不同点，并通过实际测量验证所得结论。知识的结论并不重要，经历运用已有知识解决实际问题的过程才是十分重要的。

“科学世界”栏目介绍了有关轮轴和斜面的内容。教学的方式可以多样化，最低要求可以采用学生自主阅读的方式。

轮轴　通过常见的实例使学生初步认识轮轴。轮轴的外形多种多样，不一定都有明显的轮和轴。教学中可以多举些轮轴的例子，让学生辨认，如自行车脚踏板与轮盘、绞肉机的摇把、自来水龙头的扭柄等。轮轴是可以连续转动的杠杆。轮和轴的中心是支点，作用在轴上的力是阻力，作用在轮上的力是动力，轴半径是阻力臂，轮半径是动力臂。因为轮半径总是大于轴半径，所以轮轴是一种省力机械。

斜面　需要让学生知道斜面也是一种很常见的简单机械，在生活和生产中随处可见，如立交桥的引桥等。要通过实例让学生知道使用斜面的好处是可以省力。

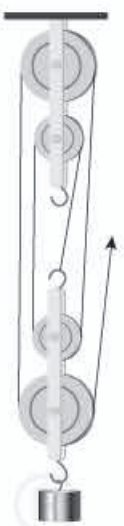
（三）“动手动脑学物理”参考答案及说明

1. 用一个定滑轮提，需要用1 000 N的力；用一个动滑轮提，需要用500 N的力。

2. 自行车的刹车、车把、脚踏板与轮盘、飞轮等都是简单机械。其中，刹车是费力杠杆，可以起到省距离的作用。车把、脚踏板与轮盘、飞轮都是轮轴，是省力机械。

说明：本题属于实践类开放性题目，考查学生识别各种简单机械的能力。要求学生能根据各种简单机械的特点正确识别，知道使用各种简单机械的目的和作用。考查的重点应放在过程体验上。

3. 要拉起比自己体重大的物体，使用定滑轮不行。因为使用定滑轮不省力，提升重物所需的力至少要等于自己的体重。解决的办法是，大人可以使用动滑轮提升重物，因为这样他可以在楼上向上用力提升重物，不用小孩帮忙。如果孩子要帮忙，就要根据实际情况使用滑轮组提升重物，且体重是物重的几分之一，所组装的滑轮组中动滑轮上绳子的段数应该是几。


图12-15

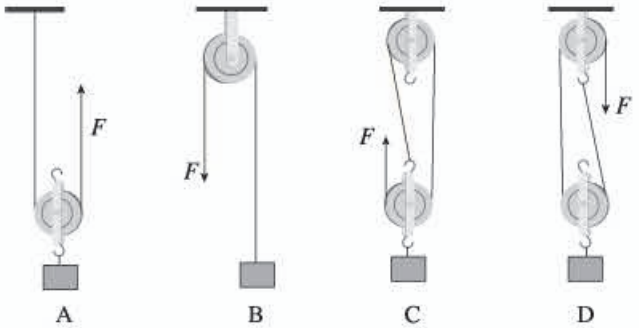
说明：本题考查学生对定滑轮、动滑轮特点的认识。使用定滑轮不能省力，但可以改变动力的方向。因为小孩的体重小于物重，因此会被重物拉上去。解决的方法涉及动滑轮和滑轮组特点的有效应用。

4. 拉力F=500 N。绕线方法如图12-15所示，拉力F'=400 N。

说明：本题考查学生对滑轮组特点的认识，即忽略摩擦和动滑轮的重力时，用滑轮组提升重物，动滑轮上有几段绳子承担物重，提起物体的力就是物重的几分之一。

（四）补充练习

1. 几位同学利用滑轮设计了下列四种匀速提升同一重物的方法。不计动滑轮重和摩擦，其中最省力的是____，最费力的是____。



答案：C；B

2. 一位同学组装了如图12-16所示的滑轮组，钩码重为2 N。如果不计滑轮重和摩擦，要匀速提升钩码，所需的拉力F为_____N。如果不计摩擦，每个滑轮重0.4 N，要匀速提升钩码，所需的拉力F为_____N。



图12-16

答案：1；1.2

3. 如图12-17所示，一根绳子绕过定滑轮，一端拴在一个物体上，分别用力F_1、F_2、F_3拉物体匀速上升。则关于F_1、F_2、F_3的大小，下列说法中正确的是（　　）

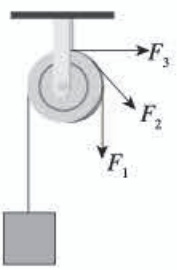


图12-17

A. F_1较大　　B. F_2较大

C. F_3较大　　D. 三个力一样大

答案：D

第3节　机械效率

（一）教学目标

1. 能结合实例分析什么是有用功、额外功和总功。

2. 能说出机械效率的含义，知道机械效率是小于1的。能利用机械效率的公式进行简单的计算。

3. 通过实验了解滑轮组机械效率的高低与物体重力的大小有关。

（二）教材分析与教学建议

机械效率是衡量机械性能的重要指标，也是学习其他效率，如热机效率的基础，具有十分重要的现实意义。本节由“有用功和额外功”和“机械效率”两部分构成，其中机械效率是本节重点。教学中要通过实例仔细分析有用功、额外功和总功，以便学生真正认识机械效率的含义。测量滑轮组的机械效率是本节的难点。教学中要组织学生经历测量的全

过程，如让学生经历组装实验装置、测量数据、得出结论的过程，既能激发他们的学习兴趣，又能增加实践体验。

可以让学生课后收集有关机械使用历史发展的资料，通过汇报、讨论、交流等多种形式，认识机械的使用对社会发展的作用，体现“注意学科渗透，关心科技发展”的课程理念。

1. 有用功和额外功

有用功和额外功是学习机械效率的关键概念。教师可以立足于教科书，以动滑轮做功为例，演示教科书图12.3-1的实验，让学生分析做功的情况，认识有用功和额外功。开始分析时学生会感到困难，教师可以让学生对比两次做功的不同之处，讨论不同的原因，一步步引导学生总结出使用动滑轮提升重物时，不但对重物做功，还会对动滑轮做功，会克服摩擦做功，由此自然引入有用功和额外功的概念。

教学片段　分析有用功和额外功

实例1　用水桶从井中提水，对哪个物体做的功是有用功？对哪个物体做的功是额外功？

实例2　打捞掉到井里的水桶，捞上的桶里带了一些水。对哪个物体做的功是有用功？对哪个物体做的功是额外功？

分析　从目的出发，要提水，提升水做的功是有用功，此过程中对桶也做了功，提升桶做的功就是额外功。要提桶，提升桶做的功是有用功，此过程中对桶中的水也做了功，对这些水做的功就是额外功。

这个教学片段旨在引导学生学会从工作目的出发，分析有用功和额外功。对比之后，学生会对有用功和额外功的含义有比较明确的认识。

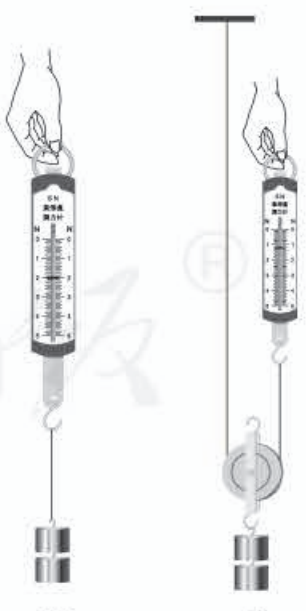
在此基础上，再通过实验进一步研究使用各种机械做功时，所做的功是否与不使用机械时做的功相同。

教学片段　使用动滑轮提升重物是否省功

提出问题　不使用机械直接提升物体做的功，与使用机械提升物体做的功一样吗？

实验1　如图12-18甲，用弹簧测力计将钩码缓慢匀速提升一定高度，读出弹簧测力计的示数并计算出拉力所做的功。

实验2　如图12-18乙，利用动滑轮将同样的钩码缓慢匀速提升相同的高度，读出弹簧测力计的示数并计算拉力所做的功。



甲　　乙

图12-18

分析论证　比较两个实验中拉力所做的功的大小。结果表明，实验2中拉力做的功多一些。可见，利用动滑轮提升重物，比直接用手提升重物并不省功。

评估　利用动滑轮提升重物多做的功源于哪里呢？

使用动滑轮的确省了一半的力，但拉力移动的距离增加了一倍，加上动滑轮的自重、摩擦等因素的影响，使用动滑轮提升重物非但不省功，还要费功。

这个教学片段旨在让学生经历实验探究的过程，让学生有亲身体验，并侧重进行实验、分析论证和评估方面的训练。

2. 机械效率

既然使用各种机械做功时，不可避免地要做额外功，而人们又希望比较有用功在总功中所占的比例，因此引入机械效率η[①]这一概念，并定义为有用功跟总功的比值。通过前面对有用功和额外功的分析，学生对机械效率的含义已有了认识基础。

为了让学生对机械效率有更加直观的体验，教科书设置了测量滑轮组的机械效率的实验。这个实验对学生的操作能力要求较高，而经过近一年的训练，学生已具备了一定的实验能力，所以教师可以适当放手，发挥学生的独立实验能力。例如，对于每个量如何测量，最好把主动权交给学生，让他们独立完成。

教学片段1　测量滑轮组的机械效率

实验目的　引导学生组装滑轮组并测量滑轮组的机械效率，培养学生动手实验的能力。

实验原理　要测出滑轮组的机械效率需测出有用功和总功，为此要测出钩码重G、钩码被提升的高度h、拉力F和绳端移动的距离s，由此求出有用功和总功，从而求出机械效率η。

实验器材　定滑轮、动滑轮组成的滑轮组，弹簧测力计，钩码。

实验步骤

▼ 按照图12-19那样安装滑轮组，算出钩码的重力G并记下钩码和绳端的位置。

▼ 匀速竖直缓慢拉动弹簧测力计，使钩码缓慢上升，读出拉力F的值，并用刻度尺测出钩码上升的高度h和绳端移动的距离s。

▼ 算出有用功$W_{有}$、总功$W_{总}$、机械效率η，

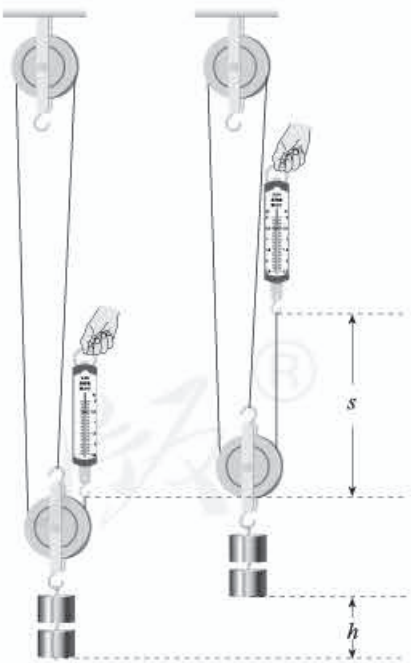


图12-19

① 希腊字母 η 的英文名称eta，英式发音/ˈiːtə/，美式发音/ˈeɪtə/。

并填入表格。

▼ 改变钩码的数量，再做两次上面的实验。

数据分析　计算出机械效率后，发现三次机械效率不同。同一滑轮组的机械效率随钩码重力的变化而变化，钩码重力越大，机械效率越高。

次数	钩码所受的重力 G/N	提升高度 h/m	有用功 $W_{有}$/J	拉力 F/N	绳端移动的距离 s/m	总功 $W_{总}$/J	机械效率 η
1							
2							
3							

教学片段2　分析影响滑轮组机械效率高低的主要因素

引导学生计算使用滑轮组提升重物所做的有用功和额外功。

计算　在忽略摩擦的情况下，有用功 $W_{有}=G_{物}h$，额外功 $W_{额}=G_{动}h$，则

$$W_{总}=W_{有}+W_{额}=G_{物}h+G_{动}h$$

滑轮组机械效率为 $\eta=\dfrac{W_{有}}{W_{总}}=\dfrac{G_{物}}{G_{物}+G_{动}}$。

分析 从公式可以看出，滑轮组的机械效率主要与 $G_{物}$ 和 $G_{动}$ 两个因素有关。

温馨提示：如果条件允许，可以在教学片段1实验的基础上，增设用动滑轮质量不同的两个滑轮组吊起相同的重物，比较两个滑轮组机械效率的高低，再次总结影响滑轮组机械效率高低的因素。这样，有利于学生知识体系的完整，对后续处理相关习题也很有好处。

教学片段1旨在培养学生全面的独立操作能力，包括分析实验原理、组装实验装置、进行实验收集证据、分析数据得出结论等。

教学片段2旨在引导学生运用理论分析的方法研究影响滑轮组机械效率高低的主要因素。所得的结论有助于理解教学片段1的实验结果。

（三）“动手动脑学物理”参考答案及说明

1. 没有。因为使用机械做功时，必然要克服机械受到的重力、摩擦等做额外功，即有用功一定小于总功，机械效率一定小于100%。使用滑轮组提升重物时，尽量使用轻质的动滑轮和绳子，尽量减小滑轮和轴间的摩擦，增大重物质量，这样可以减小额外功，增大有用功，提高机械效率。

说明：本题考查学生对机械效率含义的认识，即机械效率总是小于100%的。根据机械效率的定义，要提高机械效率，就应该想办法增大有用功，减小额外功。

2. 有用功 $W_{有}=Gh=3\,600\ \text{N}\times 4\ \text{m}=14\,400\ \text{J}$。

总功 $W_{总}=W_{有}+W_{额}=14\ 400\ \text{J}+9\ 600\ \text{J}=24\ 000\ \text{J}$。

机械效率 $\eta=\dfrac{W_{有}}{W_{总}}=\dfrac{14\ 400\ \text{J}}{24\ 000\ \text{J}}=60\%$。

起重机所做的额外功是由动滑轮、起重臂和钢丝绳所受的重力以及摩擦引起的。

3. 有用功 $W_{有}=Gh$，总功 $W_{总}=Fl$。

机械效率 $\eta=\dfrac{W_{有}}{W_{总}}=\dfrac{Gh}{Fl}=\dfrac{4.5\ \text{N}\times 0.3\ \text{m}}{1.8\ \text{N}\times 1.2\ \text{m}}=62.5\%$。

4. 有用功 $W_{有}=Gh$，总功 $W_{总}=Fl$。

机械效率 $\eta=\dfrac{W_{有}}{W_{总}}=\dfrac{Gh}{Fl}=\dfrac{200\ \text{N}\times 3\ \text{m}}{150\ \text{N}\times 6\ \text{m}}=66.7\%$。

拉力的功率 $P=\dfrac{W_{总}}{t}=\dfrac{Fl}{t}=\dfrac{150\ \text{N}\times 6\ \text{m}}{5\ \text{s}}=180\ \text{W}$。

说明：第2、3、4题考查学生能否运用机械效率的公式进行简单计算，要求学生对有用功和总功的含义有正确认识。功率和机械效率是学生容易混淆的概念，应尽量从多角度进行区分。

（四）补充练习

1. 列表对比机械效率与功率的区别。

	功率 P	机械效率 η
物理意义		
定义		
公式	$P=\dfrac{W}{t}$	$\eta=\dfrac{W_{有}}{W_{总}}$
单位		

答案：

	功率 P	机械效率 η
物理意义	表示做功的快慢	表示有用功占总功的百分比
定义	功与做功所用时间之比	有用功跟总功的比值
公式	$P=\dfrac{W}{t}$	$\eta=\dfrac{W_{有}}{W_{总}}$
单位	瓦特（W）	无单位

说明：功率和机械效率之间没有任何联系，功率大的机械，机械效率不一定高；机械效率高的机械，功率也不一定大。

2. 一名工人用如图12-20所示的动滑轮把重400 N的货物匀速提升2 m，所用的拉力是250 N。在这一过程中工人做的总功是_____J，有用功是_____J，该动滑轮的机械效率是_____。

如果工人第二次提升的物体重力是500 N，则动滑轮的机械效率将_____（填“增大”“减小”或“不变”）。

答案：1 000；800；80%；增大



图12-20

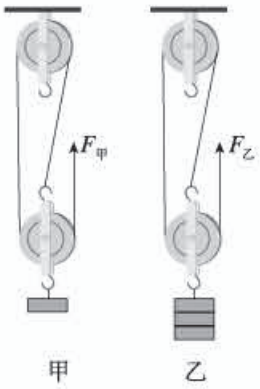


图12-21

3. 在“测量滑轮组的机械效率”的实验中，用同一绕绳方法的滑轮组先后两次将重力不同的两组钩码匀速提升相同的高度。第二次比第一次钩码重，如图12-21所示，两次实验中摩擦均不计。两次实验中有用功$W_{有甲}$_____$W_{有乙}$，额外功$W_{额甲}$_____$W_{额乙}$，滑轮组的机械效率$\eta_{甲}$_____$\eta_{乙}$（填“>”“=”或“<”）。由此可知，可采用_____的方法来提高滑轮组的机械效率。

答案：<；=；<；保持动滑轮重力不变，增加重物重力

说明：第2、3题以动滑轮实例和测滑轮组的机械效率实验为背景，考查学生能否正确判断有用功、额外功和影响机械效率的因素。

4. 图12-22所示是一位同学组装的提升重物的装置，他用80 N的力，在10 s内把重为120 N的物体匀速提升5 m，则此过程中（　　）

A. 他做的总功是1 200 J

B. 他做的有用功是800 J

C. 他对滑轮组做功的功率是60 W

D. 该滑轮组的机械效率是75%

答案：D

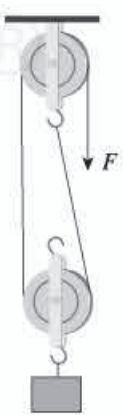


图12-22

5. 如图12-23所示，物体重180 N、动滑轮重20 N，绳重和摩擦不计。在拉力F的作用下，物体正以0.1 m/s的速度匀速上升。求：

（1）拉力F为多大？

（2）拉力做功的功率是多少？

（3）动滑轮的机械效率是多少？

答案：（1）由于绳重和摩擦不计，所以拉力为

$$F=\frac{G_{物}+G_{动}}{2}=\frac{180\ \text{N}+20\ \text{N}}{2}=100\ \text{N}$$

（2）拉力上升的速度等于物体上升速度的2倍，即0.2 m/s。

拉力做功的功率为 $P=\frac{W}{t}=Fv=100\ \text{N}\times 0.2\ \text{m/s}=20\ \text{W}$。

（3）$\eta=\frac{W_{有}}{W_{总}}=\frac{Gh}{Fs}=\frac{Gh}{F\times 2h}=\frac{G}{2F}=\frac{180\ \text{N}}{200\ \text{N}}=90\%$



图12-23

四、教学资源

（一）实验天地

1. 研究杠杆的平衡条件

（1）实验目的

实验研究杠杆的平衡条件。

（2）实验器材

杠杆（J2119型）、测力计（J2104型）、钩码（J2106型）、线、方座支架（J1102型）。

（3）实验方法

① 安装、调整杠杆

将杠杆安装在方座支架上，安装时注意使杠杆的支撑轴成水平。调整平衡螺母，直到杠杆平衡。

② 研究动力和阻力相等的平衡

取数目相同的两组钩码，一组作为动力，一组作为阻力。把它们分别挂在杠杆的两臂上，先把动力臂长度固定，改变阻力臂的长度直到杠杆平衡。这样做三四次，看每次动力臂和阻力臂的长度是否相等。把最后一次数据记入下表中。

次数	动力/N	动力臂/m	动力 × 动力臂/(N·m)	阻力/N	阻力臂/m	阻力 × 阻力臂/(N·m)
1						
2						
3						

③ 研究动力和阻力不相等的平衡

在杠杆两臂分别挂上2个和4个钩码。改变阻力臂的长度，直到杠杆平衡。改变动力臂的长度重复实验。看每次的动力与动力臂的乘积和阻力与阻力臂的乘积是否相等。把最后一次数据记入上面表中。

④ 用测力计作为阻力进行实验

在杠杆的一臂挂上3个钩码作为动力，在同一臂上用测力计向上拉杠杆作为阻力，一直到杠杆平衡。然后记下测力计的读数以及动力臂、阻力臂的数值。这样做几次，看阻力与阻力臂的乘积和动力与动力臂的乘积是否相等。把最后一次数据记入上面表中。

⑤ 分析数据

分析以上数据可以看出杠杆的平衡条件是：动力 × 动力臂=阻力 × 阻力臂。

【注意事项】

① 用测力计作为阻力时，应保持测力计与杠杆垂直。同时还应注意不使测力计的指针与刻度板摩擦。

② 调好杠杆平衡进行实验之后，不得再调整平衡螺母。

2. 滑轮

(1) 实验目的

认识定滑轮、动滑轮和滑轮组的作用。

(2) 实验器材

定滑轮、动滑轮、测力计、钩码、刻度尺、蜡线。

(3) 实验方法

① 定滑轮

在蜡线一端拴钩码，线的另一端跨过定滑轮套在测力计挂钩上。首先在水平位置调整好测力计的零点，然后左手拿住定滑轮的固定杆，竖直提起滑轮，右手在水平方向拉测力计。当钩码被向上提起时，可读出测力计的示数。在竖直向下方向调整好测力计的零点，然后向下拉测力计，结果测力计的示数仍与之前的示数相同，如图12-24所示。实验结果表明，使用定滑轮可以改变作用力的方向，但不能省力。

对照实验装置，分析使用定滑轮为什么不能省力。(从图12-25可知，定滑轮实质上是个等臂杠杆。)

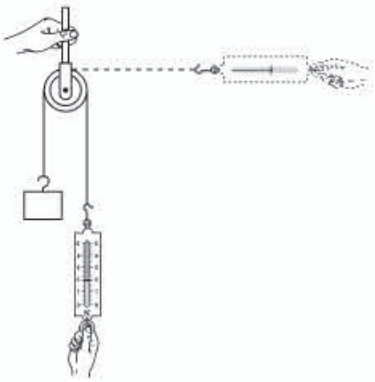


图 12-24

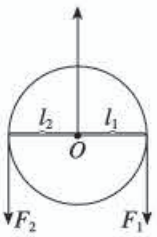


图 12-25

② 动滑轮

首先按竖直向上（正立）位置调整好两个测力计的零点。

两个学生互相配合，一个学生用手挽住线的一头，让线穿过动滑轮后拿住动滑轮；另一个学生用测力计钩住线的另一头，在滑轮上挂钩码。

向上提起测力计，并放开拿着滑轮的手，将滑轮和钩码一起向上提，如图 12-26 所示。读出测力计的示数。

用测力计测出动滑轮所受的重力。这时可以看出，测力计的示数恰好是钩码和动滑轮的总重的一半。这说明使用动滑轮能省力，但不能改变作用力的方向。

如图 12-27 所示，改用两个测力计钩住动滑轮和钩码。先保持右边的测力计位置不变，提起左边的测力计，向上同时提起动滑轮和钩码，读出此时两个测力计的示数。然后保持左边的测力计位置不变，提起右边的测力计，再次读出两测力计的示数。结果表明，这些读数完全相同，它们都是钩码和动滑轮总重的一半。

结合图 12-28 分析动滑轮相当于动力臂是阻力臂 2 倍的省力杠杆。

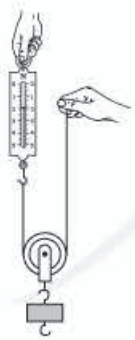


图 12-26



图 12-27

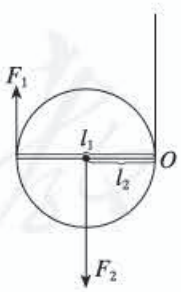


图 12-28

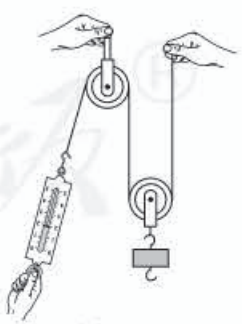


图 12-29

③ 滑轮组

用一个动滑轮和一个定滑轮组成一个最简单的滑轮组。一个学生手拿着线的固定端和定滑轮的支杆，另一个学生手拉测力计并悬挂钩码，如图 12-29 所示。

手拉测力计向下运动，动滑轮拉起钩码向上运动。这是由于使用了定滑轮，改变了力的方向。读出测力计的示数，发现所用的力仅是钩码和动滑轮总重的一半。同时用刻度尺测量出钩码升高的距离和测力计移动的距离，看它们之间有什么关系（测力计移动的距离为钩码升高距离的2倍）。

（二）物理史话

中国古代的简单机械

人力利用的第一个进步是简单机械的发明。在长期的生产实践中，人们逐步学会制造一些能够省力或便于用力的工具，即称之为简单机械。史书中记载的中国古代简单机械有以下几种。

（1）尖劈

如众所知，尖劈能够用小力发大力，而且两面夹角越小，同样大小的原动力能发出的力就越大。周口店第十三地点发现的尖状器，就有60°~70°的刃角。后来尖劈的类型更多，夹角更小了。到了春秋时期，由于冶铁业的发展，在生产工具、生活用具或兵器中，使用铁制的尖劈已十分普遍了。这实际上就自觉或不自觉地运用了“尖劈原理”。

（2）杠杆和桔槔

杠杆也是一种简单机械。我们知道，利用杠杆的作用可以省力或便于用力。中国古代关于杠杆的记载以衡器为最早。《吕氏春秋·古乐》中记载：“黄帝使伶伦取竹子于昆仑之嶰谷，为黄钟之律，而造权衡度量。”《史记·夏本记》中记载，夏禹“身为度，称以出。”可见，中国早在四千多年前就有天平。不过，迄今出土的天平中，最早的是两千多年前先秦时代的制品。与天平相类似的另一类杠杆是灌溉或汲水用的桔槔。关于桔槔这种简单机械，在中国典籍中有许多记载。《广博物志》中记载：“伊尹作桔槔。”《农政全书》上载有：“汤旱，伊尹教民田头凿井，并以溉田，今之桔槔是也。”在《庄子·天地篇》中，关于桔槔的构造有较为详细的记载：“凿木为机，后重前轻，挈水若抽，数（促）如泆（溢）汤，其名为槔。”桔槔在春秋时期相当普遍。桔槔大概就是中国农村中历代通用的旧式提水器具，“挑竿子”的前身。桔槔是在一根竖立的架子上架上一根细长的杠杆，当中是支点，末端悬一个重物，前端悬挂水桶（图12-30）。当人把水桶放入井中打满水以后，由于杠杆末端的重力作用，便能比较容易地把水桶提起，可以节省汲水的力量。春秋时期，中国还出现根据杠杆原理制造的不等臂秤、剪刀、侧刀、手钳、脚踏碓等。

（3）辘轳

辘轳（图12-31）也是一种简单机械。在力学上，可以说它是由杠杆演变来的一种汲水工具。据《物原》中记载：“史佚始作辘轳”。史佚是周代初年的史官。如果这一记载可靠，就表明早在公元前一千一百多年前中国已发明了辘轳。到春秋时期，辘轳就相当流行了，并有多种用途。例如，用辘轳下棺木，《墨经》也记载有“引弦辘张弩”等。以后又发展为双辘轳、轮轴、绞车、复式滑轮等比较复杂的机械。

摘自《物理学史简编》，申先甲等，山东教育出版社，1985年8月第1版，节选



图12-30　桔槔



图12-31　辘轳

（三）物理广角

1. 简单机械的机械利益

简单机械是杠杆、滑轮、轮轴、斜面、螺旋和劈的总称。前三种称为杠杆类简单机械，后三种称为斜面类简单机械。复杂的机械含有多种简单机械。利用简单机械做功，或者可以省力，即用小的动力克服较大的阻力，或者可以缩小力的作用点移动的距离，或者可以改变力的作用方向，使人们得到某些方便。简单机械的输出力与输入力之比，称为机械利益（mechanical advantage），用符号MA表示。下面以轮轴和滑轮组为例进行分析。

（1）轮轴的机械利益

轮轴是把轮（大鼓轮）和轴（小鼓轮）固定在一起，使它们能绕同一轴线转动的简单机械。如果在轮缘上用力使它转动，固定在轴上的绳子就会卷起而提升系在绳子另一端的重物。在轮上施较小的动力F，就可以克服较大的阻力$F_{阻}$。如果轮半径为R，轴半径为r，则机械利益$\mathrm{MA}=\dfrac{R}{r}$。轮子越大越省力，常用摇柄代替轮子使结构简化，便于工作。旋钮、辘轳、绞盘和汽车方向盘都是轮轴类机械。

也可以用齿轮代替鼓轮，并组合起来使用，以提高机械利益。如图12-32中的齿轮装置（齿轮没有画出），其机械利益为

$$\mathrm{MA}=\frac{F_{阻}}{F}=\frac{R_1R_2R_3}{r_1r_2r_3}$$

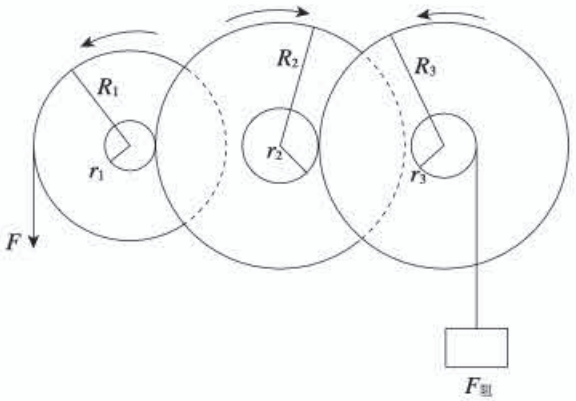


图 12-32

（2）滑轮组的机械利益

定滑轮和动滑轮可组成不同形式的滑轮组，如图 12-33 所示。滑轮组可以省更多的力或者既省力又改变力的方向。如果滑轮的质量和绳子与轮槽间的摩擦可以忽略，图 12-33 甲所示的滑轮组，动力 F 与物重 G 的关系为 $F=\frac{G}{n}$，机械利益

$$\mathrm{MA}=\frac{G}{F}=n$$

式中的 n 为承重绳子的股数。图 12-33 乙所示的滑轮组，动力 F 与物重 G 的关系为 $F=\frac{G}{2^m}$，机械利益

$$\mathrm{MA}=\frac{G}{F}=2^m$$

式中的 m 为动滑轮的数目。

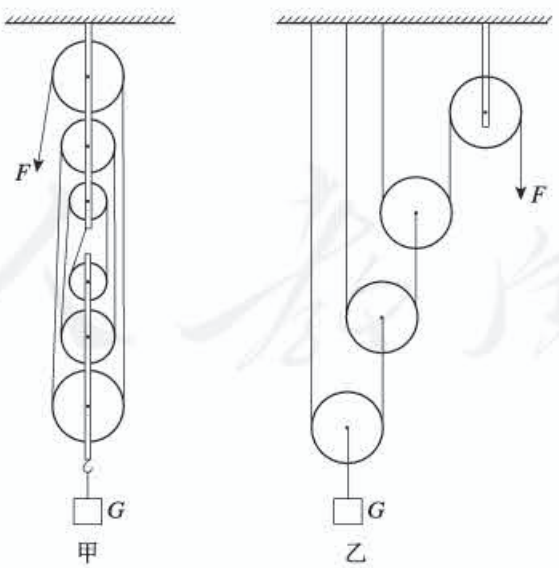


图 12-33

2. 差动滑轮组

为了得到很大的机械利益，常用差动滑轮组（图12-34）。这时，定滑轮是固定在一起的两个不同直径的同轴塔轮（实际上是个轮轴），大轮半径为R，小轮半径为r。提升物体时，定滑轮上的大轮卷起绳子，小轮放下绳子，动滑轮和物体一起上升。当动力的作用点A下降距离为s_A时，动滑轮和重物上升的距离$s_B=\frac{R-r}{2R}s_A$。动滑轮的质量可以忽略时，$F=\frac{R-r}{2R}G$，机械利益$\mathrm{MA}=\frac{G}{F}=\frac{2R}{R-r}$。$R$和$r$相差很小时，可得到很大的机械利益。

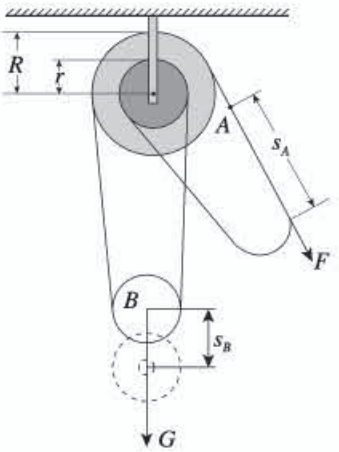


图12-34

3. 人身上的杠杆

在人体生理卫生课上已经学过，人身上有206块骨，其中有许多起着杠杆作用。当然这些起杠杆作用的骨不可能自动地绕支点转动，必须受到动力的作用，这种动力来自附着在它上面的肌肉。

肌肉靠坚韧的肌腱附着在骨上。例如，肱二头肌上端肌腱附着在肩胛骨上，下端肌腱附着在桡骨上（图12-35），肱三头肌上端有肌腱分别附着在肩胛骨和肱骨上，下端附着在尺骨上。

人前臂的动作最容易看清是杠杆在工作了，它的支点在肘关节。当肱二头肌收缩、肱三头肌松弛时，前臂向上转，引起曲肘动作；而当肱三头肌收缩、肱二头肌松弛时，前臂向下转，引起伸肘动作。从图12-35很容易看出，前臂是个费力杠杆，但是肱二头肌只要缩短一点就可以使手移动相当大的距离。可见，费了力，但省了距离。

图12-36是跑动时腿部肌肉的示意图。为了使画面简单容易看清，右腿没有画出臀



图12-35

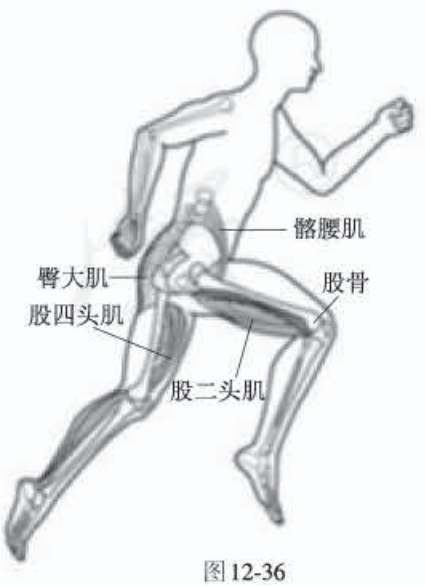


图12-36

大肌、股四头肌，左腿没有画出髂腰肌、股二头肌。当右腿向前跨步时，是右腿的髂腰肌收缩、臀大肌松弛，使右大腿抬起；股四头肌松弛，股二头肌收缩，使右膝弯曲。这时候，左腿由于它的髂腰肌松弛、臀大肌收缩、股四头肌收缩、股二头肌松弛而伸直。

4. 投石机的工作原理

投石机（图12-37）是古代的一种攻城武器，可把石弹、巨石或爆裂物投到敌方的城墙上、城内或者兵阵内而造成破坏。

投石机利用了杠杆原理，一端装有重物，另一端装有待发射的石弹。发射前须先将放置石弹的一端用绞盘、滑轮或直接用人力拉下，而附有重物的另一端也在此时上升，放好石弹后放开或砍断绳索，让重物的一端落下，石弹也顺势抛出。到了14世纪中期，有的抛石机能抛射将近454 kg的弹体，威力巨大。近代试验表明，吊杆长约15.2 m，平衡重锤为10 t的抛石机能将90~136 kg的石弹抛射约274 m的距离。

摘自维基百科



图12-37